



Margarida Isabel dos Santos Cassiano

Licenciatura em Ciências da Engenharia Civil

Inspeção e propostas de reabilitação de edifícios do Bairro Amarelo, em Almada

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil – Perfil de Construção

Orientador: Professor Doutor Fernando Farinha da Silva Pinho
Professor Auxiliar, FCT/UNL

Co-orientador: Arquiteto Luís Maria Gonçalves
Vogal do Conselho Diretivo do Instituto da Habitação
e da Reabilitação Urbana

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Daniel Aelenei
Arguente: Prof. Doutor Válder José da Guia Lúcio
Vogal: Prof. Doutor Fernando Farinha da Silva Pinho



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Julho de 2017

Copyright 2017, Margarida Isabel dos Santos Cassiano, FCT/UNL e UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas que contribuíram, direta ou indiretamente, na conclusão desta etapa da minha vida.

Em primeiro lugar, um enorme agradecimento ao meu orientador, Professor Fernando Pinho, por toda a disponibilidade, apoio e orientação na realização desta dissertação. Ao meu co-orientador, Arquiteto Luís Maria Gonçalves, Vogal do Concelho Diretivo do Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana (IHRU), por toda a sua disponibilidade e preocupação na execução desta dissertação.

À Arquiteta Aurelina Viegas e ao Arquiteto Carlos Costa do IHRU, pela ajuda prestada em todos os momentos de procura dos projetos do Bairro Amarelo.

Um enorme agradecimento ao Arquiteto José Carvalho do IHRU, pela disponibilidade e ajuda, em todas as idas ao Bairro Amarelo, e sobretudo pela sua fácil comunicação com os habitantes do bairro.

Agradeço igualmente ao Engenheiro Vítor Silva, pela ajuda e contribuição no desenvolvimento dos ensaios feitos no Bairro Amarelo, e por todos os seus conhecimentos nesta fase.

Ao Senhor João Reis, Técnico do Sistema de Informação para o Património Arquitetónico (SIPA), no Forte de Sacavém, pela sua disponibilidade na consulta dos projetos do Bairro Amarelo.

Ao empreiteiro Armindo pela ajuda e disponibilidade no desenvolvimento dos ensaios e aos habitantes do Bairro Amarelo pela cedência de energia elétrica.

Ao Engenheiro Manuel Baião, investigador principal do LNEC, pela contribuição na procura de fichas de inspeção.

Um agradecimento especial ao Professor João Sotomayor do Departamento de Química e à Professora Ana Luísa Fernando do Departamento de Ciência e Tecnologias da Biomassa, pela ajuda na execução dos ensaios dos cloretos e sulfatos.

Um especial agradecimentos aos meus colegas, Teresa Poejo e Bruno Rosa, pelo acompanhamento e ajuda em todo o processo dos ensaios no Bairro Amarelo.

Aos meus amigos Filipa Simão, Luís Salvador, Inês Daniel, Joana Martins, Nicole Palma, e João Paulos pela amizade de longa data e pelo apoio constante ao longo de todo o curso.

Um enorme agradecimento ao Luís Guerreiro, meu companheiro de sempre! Agradeço toda a amizade, apoio incondicional, interesse e carinho em todos os momentos vividos durante esta jornada, e sobretudo nos momentos mais difíceis. À sua família, pelo apoio e acolhimento durante esta fase, e por

toda a amizade. Um especial agradecimento à Maria Andrade, João Andrade e ao pequeno Tiago por todos os dias de alegria.

Por fim, sendo que os últimos são sempre os primeiros, um enorme agradecimento à minha família. Aos meus avôs, Manuel dos Santos e Raúl Cassiano, por perguntarem sempre por mim sentindo a minha ausência durante toda esta fase, e ao meu cunhado João Lopes pelo apoio em todas as etapas. Um especial agradecimento aos meus pais, Maria Fernanda Cassiano e António Cassiano, e irmã, Ana Sofia Cassiano, pelo apoio incondicional, por todas as palavras de ânimo e por todo o sacrifício que fizeram durante esta etapa da minha vida. Muito obrigada!

Resumo

A necessidade de reabilitar o espaço urbano tem tido um papel preponderante na engenharia civil, devido não só á diminuição de construção nova como também melhorar as condições habitacionais dos edifícios. A esta ideia de reabilitação está associado o conceito de exigência funcional de cada edifício, garantindo que a habitabilidade, a segurança e a durabilidade sejam condições para um bom trabalho de reabilitação. A melhor forma de reabilitar um edifício passa por a identificação do tipo de edifício existente, considerando a sua época construtiva, técnicas construtivas e materiais utilizados de forma a entender todas as anomalias existentes e a melhor forma de as solucionar.

A presente dissertação consiste em efetuar uma análise e inspeção no Bairro Amarelo, em Almada, propriedade do Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana, IP (IHRU), com o objetivo de encontrar as anomalias existentes nos seus vários elementos. Desta forma foram pesquisadas e apresentadas as possíveis anomalias a encontrar em edifícios de betão armado, e consequentemente as suas causas. Foram efetuados ensaios nos vários elementos primários deste Bairro de forma a compreender o estado de conservação em que se encontram. Também foram criadas “Fichas de Inspeção” de forma a sistematizar toda a informação encontrada.

Palavras-chave: edifícios de betão armado; reabilitação; anomalias; inspeção; elementos primários.

Abstract

The need to rehabilitate the urban space has had a preponderant role in civil engineering, due not only to the reduction of new construction but also to improving the housing conditions of buildings. To this idea of rehabilitation is associated the concept of functional requirement of each building, ensuring that the habitability, safety and durability are conditions for a good job of rehabilitation. The best way to rehabilitate a building is to identify the type of existing building, considering its construction time, construction techniques and materials used in order to understand all existing anomalies and the best way to solve them.

The present dissertation consists of an analysis and inspection in the Bairro Amarelo, in Almada, property of the Institute of Housing and Urban Rehabilitation, IP (IHRU), in order to find the anomalies existing in its various elements. In this way the possible anomalies to be found in reinforced concrete buildings, and consequently their causes, were researched and presented. Tests were carried out on the various primary elements of this neighborhood in order to understand the state of conservation in which they are. "Inspection Sheets" were also created in order to systematize all the information found.

Keywords: reinforced concrete buildings; rehabilitation; anomalies; inspection; primary elements.

Índice

Capítulo 1 - Introdução

1.1. Enquadramento do tema.....	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Estrutura da dissertação	3

Capítulo 2 - Enquadramento do tema

2.1. Considerações iniciais.....	5
2.2. Tipologias construtivas.....	5
2.2.1. Edifícios existentes por época de construção	7
2.2.2. Estado de conservação dos edifícios	8
2.3. Anomalias em edifícios de betão armado	8
2.4. Causas das anomalias em estruturas de edifícios de betão armado	9
2.5. Agentes de deterioração	11
2.6. Anomalias em elementos primários	13
2.6.1. Fundações	14
2.6.2. Pilares, vigas e lajes	15
2.7. Anomalias em elementos secundários	17
2.7.1. Revestimento de cobertura	18
2.7.2. Revestimento de pavimento	21
2.7.3. Paredes de alvenaria em edifícios de betão armado	22
2.7.4. Revestimento de parede	23
2.7.5. Acabamentos	24
2.8. Metodologias de inspeção e diagnóstico	27
2.9. Técnicas de ensaio	29
2.9.1. Avaliação da profundidade de carbonatação	29
2.9.2. Ensaio esclerométrico.....	30
2.9.3. Ensaio de ultrassons em betão armado	30

2.9.4. Ensaio termográfico	31
2.9.5. Avaliação da porosidade aberta e massa volúmica aparente	32
2.9.6. Avaliação da presença de sais	32
2.10. Fichas de inspeção	32

Capítulo 3 - Inspeção e resultados das técnicas de ensaio

3.1. Considerações iniciais.....	35
3.2. Bairro Amarelo	35
3.3. Identificação dos locais inspecionados	38
3.4. Técnicas de ensaio	42
3.4.1. Avaliação da profundidade de carbonatação	42
3.4.2. Ensaio esclerométrico	44
3.4.3. Ensaio de ultrassons em betão armado.....	45
3.4.4. Ensaio termográfico.....	46
3.4.5. Avaliação da porosidade aberta e massa volúmica aparente.....	47
3.4.6. Avaliação da presença de sais.....	49
3.5. Ficha de Inspeção	54

Capítulo 4 - Análise e discussão de resultados

4.1. Considerações iniciais.....	57
4.2. Discussão de resultados	57
4.2.1. Avaliação da profundidade de carbonatação	57
4.2.2. Ensaio esclerométrico.....	58
4.2.3. Ensaio de ultrassons em betão armado	59
4.2.4. Ensaio termográfico	67
4.2.5. Avaliação da porosidade aberta e massa volúmica aparente	69
4.2.6. Avaliação da presença de sais	70
4.3. Propostas de reabilitação de elementos primários	72

Capítulo 5 - Conclusões e desenvolvimentos futuros

5.1. Considerações iniciais.....	73
----------------------------------	----

5.2. Conclusões.....	73
5.3. Desenvolvimentos futuros.....	74

Referências bibliográficas.....	75
--	-----------

Anexos

Anexo I – Fichas de inspeção de outros autores.....	81
Anexo II – Resultados dos ensaios.....	85
Anexo III – Fichas de inspeção e anomalia.....	93

Índice de figuras

Figura 1.1 – Esquema das diversas entidades precedentes ao atual IHRU	2
Figura 1.2 – Vista parcial do Bairro Amarelo.....	2
Figura 2.1 – Tipologias construtivas de edifícios em Portugal até 1930.....	6
Figura 2.2 – Tipologias construtivas de edifícios em Portugal desde 1930 até á atualidade	7
Figura 2.3 – Percentagem de edifícios por época de construção.....	7
Figura 2.4 – Estado de conservação dos edifícios existentes por época de construção	8
Figura 2.5 – Fendilhação em elementos construtivos.....	15
Figura 2.6 – Corrosão das armaduras	17
Figura 2.7 – Degradação do reboco exterior.....	18
Figura 2.8 – Anomalias no revestimento em coberturas inclinadas.....	20
Figura 2.9 – Fissuração do ladrilho cerâmico e consequente descolamento	26
Figura 2.10 – Métodos de propagação das ondas, no ensaio de ultrassons	31
Figura 2.11 – Imagens parciais de três fichas de inspeção de outros autores.....	33
Figura 3.1 – Identificação de do bairro Amarelo no mapa do município de Almada	35
Figura 3.2 – Identificação dos núcleos do Bairro Amarelo.....	36
Figura 3.3 – Identificação dos lotes 3, 5, 7 e 8 no núcleo 1	37
Figura 3.4 – Identificação dos lotes 23, 24 e 25 no núcleo 3.....	37
Figura 3.5 – Identificação dos lotes 63, 64 e 65 no núcleo 6	38
Figura 3.6 – Localização dos elementos inspecionados (núcleo 1)	39
Figura 3.7 – Localização dos elementos inspecionados (núcleo 3)	40
Figura 3.8 – Localização dos pilares inspecionados (núcleo 6).....	41
Figura 3.9 – Ensaio para avaliação da profundidade de carbonatação (elemento N6-P2)	42
Figura 3.10 – Ensaio esclerométrico, com esclerómetro de Schmidt (elemento N3-P9)	44
Figura 3.11 – Equipamento utilizado no ensaio de ultrassons (elemento N1-P4)	46
Figura 3.12 – Ensaio termográfico a uma das fachadas do lote 7 do núcleo 1	47
Figura 3.13 – Determinação da massa do provete seco	47
Figura 3.14 – Determinação das duas massas saturadas.....	48
Figura 3.15 – Amostras retiradas dos elementos N3-P13 e N1-Viga	49
Figura 3.16 – Ensaio para a avaliação da presença de iões cloreto em amostras de cimento.....	51
Figura 3.17 – Ensaio para a avaliação da presença de iões sulfato em amostras de cimento.....	53
Figura 3.18 – Modelo da ficha de inspeção	54
Figura 3.19 – Modelo da ficha de anomalia	55

Figura 4.1 – Ensaio para a avaliação da profundidade de carbonatação.....	58
Figura 4.2 – Resultado do ensaio esclerométrico	59
Figura 4.3 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N1-P4).....	60
Figura 4.4 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N1-P7).....	60
Figura 4.5 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N1-P9).....	61
Figura 4.6 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N1-P8).....	61
Figura 4.7 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N3-P4).....	62
Figura 4.8 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N3-P6).....	62
Figura 4.9 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N3-P9).....	63
Figura 4.10 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N3-P11).....	63
Figura 4.11 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N3-P12).....	64
Figura 4.12 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N6-P1).....	64
Figura 4.13 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N6-P2).....	65
Figura 4.14 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N6-P4).....	65
Figura 4.15 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N6-P5).....	66
Figura 4.16 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N6-P7).....	66
Figura 4.17 – Ensaio termográfico na parede Pr1 do núcleo 1.....	67
Figura 4.18 – Ensaio termográfico da parede Pr2 do lote 7, núcleo 1.....	68
Figura 4.19 – Ensaio termográfico na parede Pr3 (e muro) do núcleo 1.....	68
Figura 4.20 – Ensaio termográfico num pilar no lote 8, núcleo 1 (elemento N1-P8).....	69
Figura 4.21 – Ensaio para a avaliação da porosidade aberta.....	69
Figura 4.22 – Ensaio para a avaliação da massa volúmica aparente	70
Figura 4.23 – Ensaio para avaliação da presença de iões cloreto	71
Figura 4.24 – Ensaio para avaliação da presença de iões sulfato.....	71
Figura I.0.1 – Ficha de Inspeção do artigo “Sistema de apoio à inspeção e diagnóstico de anomalias em revestimentos em pedra natural”	81
Figura I.0.2 – Ficha de Inspeção do artigo “Métodos de avaliação do estado de conservação dos edifícios: A atividade recente do LNEC”	82
Figura I.0.3 – Ficha de Inspeção do artigo “Métodos de avaliação do estado de conservação dos edifícios: A atividade recente do LNEC” (Continuação)	83
Figura I.0.4 – Ficha de Inspeção do artigo “Inspeção de edifícios para diagnóstico do seu estado patológico. 2.º ENCORE - Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios”	84

Índice de tabelas

Tabela 2.1 – Critério de tipificação de ocorrências anómalas em edifícios	9
Tabela 2.2 – Causas de anomalias em edifícios habitacionais, de origem humana	10
Tabela 2.3 – Causas naturais em edifícios habitacionais	10
Tabela 2.4 – Causas de anomalias em elementos estruturais de betão armado.....	11
Tabela 2.5 – Principais anomalias, origens e vias de intervenção da água nos edifícios	11
Tabela 2.6 – Tipos de humidades e respetivos efeitos associados	12
Tabela 2.7 – Caracterização de anomalias em elementos de betão armado	14
Tabela 2.8 – Principais causas de anomalias em fundações	14
Tabela 2.9 – Tipos de anomalias nos elementos secundários em edifícios de betão armado	17
Tabela 2.10 – Tipos de revestimento de coberturas em coberturas inclinadas.....	18
Tabela 2.11 – Anomalias relativas a projeto ou execução do revestimento em coberturas inclinadas	18
Tabela 2.12 – Anomalias no revestimento em coberturas inclinadas.....	19
Tabela 2.13 – Classificação de materiais de impermeabilização tradicionais em coberturas planas	20
Tabela 2.14 – Anomalias e causas em revestimentos de impermeabilização de superfícies correntes em coberturas planas.....	21
Tabela 2.15 – Causas de anomalias em revestimentos de pisos de edifícios recentes	22
Tabela 2.16 – Causas e características de fendilhações em paredes de alvenaria.....	23
Tabela 2.17 – Vários tipos de reboco e respetivas anomalias.....	23
Tabela 2.18 – Anomalias e respetivas causas em rebocos.....	24
Tabela 2.19 – Anomalias e respetivas causas em revestimentos por pintura.....	25
Tabela 2.20 – Anomalias e respetivas causas em ladrilhos cerâmicos.....	26
Tabela 2.21 – Anomalias e respetivas causas em revestimento de pedra.....	27
Tabela 2.22 – Artigos analisados nesta secção.....	32
Tabela 3.1 – Identificação dos elementos do núcleo 1 (lotes 3 ,5, 7 e 8).....	38
Tabela 3.2 – Identificação dos elementos do núcleo 3 (lotes 23, 24 e 25).....	40
Tabela 3.3 – Identificação dos elementos do núcleo 6 (lotes 63, 64 e 65).....	41
Tabela 3.4 – Resultado do ensaio para a avaliação da profundidade de carbonatação	43
Tabela 3.5 – Resultados finais do ensaio esclerométrico	45
Tabela 3.6 – Resultados do ensaio para a avaliação da porosidade aberta e massa volúmica aparente.	49
Tabela 3.7 – Resultados do ensaio para avaliação da presença de cloretos.....	51
Tabela 3.8 – Resultados do ensaio para avaliação da presença de sulfatos	53
Tabela 4.1 – Identificação dos elementos consoante a técnica de ensaio utilizada	57
Tabela II.0.1 – Resultados do ensaio esclerométrico	85
Tabela II.0.2 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N1-P4	86
Tabela II.0.3 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N1-P7	86

Tabela II.0.4 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N1-P8	86
Tabela II.0.5 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N1-P9	87
Tabela II.0.6 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N3-P4	87
Tabela II.0.7 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N3-P6	88
Tabela II.0.8 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N3-P9	88
Tabela II.0.9 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N3-P11	89
Tabela II.0.10 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N3-P12	89
Tabela II.0.11 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N6-P1	90
Tabela II.0.12 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N6-P2	90
Tabela II.0.13 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N6-P4	91
Tabela II.0.14 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N6-P5	91
Tabela II.0.15 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N6-P7	92
Tabela III.0.1 – Ficha de inspeção do Lote 8, núcleo	93
Tabela III.0.2 – Ficha de anomalia FA-ZC-1.1	94
Tabela III.0.3 – Ficha de inspeção do Lote 7, núcleo 1	95
Tabela III.0.4 – Ficha de anomalia FA-ZC-2.1	96
Tabela III.0.5 – Ficha de anomalia FA-ZC-2.2	97
Tabela III.0.6 – Ficha de inspeção do Lote 3, núcleo 1	98
Tabela III.0.7 – Ficha de anomalia FA-ZC-3.1	99
Tabela III.0.8 – Ficha de inspeção do Lote 23, núcleo 3	100
Tabela III.0.9 – Ficha de anomalia FA-ZC-4.1	101
Tabela III.0.10 – Ficha de inspeção do Lote 24, núcleo 3	102
Tabela III.0.11 – Ficha de anomalia FA-ZC-5.1	103
Tabela III.0.12 – Ficha de inspeção do Lote 25, núcleo 3	104
Tabela III.0.13 – Ficha de anomalia FA-ZC-6.1	105
Tabela III.0.14 – Ficha de inspeção do Lote 63, núcleo 6	106
Tabela III.0.15 – Ficha de anomalia FA-ZC-7.1	107
Tabela III.0.16 – Ficha de inspeção do Lote 64, núcleo 6	108
Tabela III.0.17 – Ficha de anomalia FA-ZC-8.1	109
Tabela III.0.18 – Ficha de inspeção do Lote 65, núcleo 6	110
Tabela III.0.19 – Ficha de anomalia FA-ZC-9.1	111

Lista de abreviaturas e símbolos

Abreviaturas

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

IHRU – Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana

Símbolos

p_o – porosidade aberta

m_d – massa do provete seco

m_h – massa do provete saturado imerso

m_s – massa do provete saturado

ρ_{rh} – massa volúmica real da água

Capítulo 1

Introdução

1.1. Enquadramento do tema

A necessidade de reabilitar o espaço urbano tem tido um papel preponderante na engenharia civil, devido não só à diminuição de construção nova como também melhorar as condições habitacionais dos edifícios. A esta ideia de reabilitação está associada o conceito de exigência funcional de cada edifício, garantindo que a habitabilidade, a segurança e a durabilidade sejam condições para um bom trabalho de reabilitação.

A conservação do edificado português tem um papel importante no que diz respeito à atratividade que Portugal dispõe como um potencial país para novos residentes/visitantes. Mas antes é necessário haver uma preocupação em criar um parque edificado com boas condições de segurança, e habitabilidade à população já existente.

Para iniciar o processo de reabilitação é necessário avaliar o estado de conservação dos edifícios e posteriormente determinar as necessidades de melhoria da mesma e, as diferentes possibilidades de utilização como por exemplo, a simples alteração de funcionalidade e uso de um edifício, ampliação da área de um imóvel considerando todas as medidas técnicas e legais necessárias para este efeito. Por vezes, o estado de conservação destes edifícios é bastante degradado, sendo necessário a sua demolição total ou parcial.

Para iniciar o processo de reabilitação de um edifício é necessário identificar o tipo de edifício existente, considerar a sua época construtiva, técnicas construtivas e materiais utilizados de forma a entender todas as anomalias existentes e a melhor forma de as solucionar.

As anomalias em elementos primários existentes num edifício de betão armado afetam o comportamento resistente da estrutura. Alguns desses fenómenos introduzem danos em elementos funcionais, sendo importante avaliar a origem da causa e os seus efeitos. Nem só de anomalias estruturais está o edifício sujeito, também as anomalias de carácter não estrutural, ou em elementos funcionais, comprometem o edifício durante o seu período de vida útil, relativamente à sua normal utilização [1].

A presente dissertação aborda aspetos de inspeção de anomalias em edifícios de betão armado das décadas de 1970/80, no Bairro Amarelo em Almada, propriedade do IHRU.

O Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana, tem a preocupação de desenvolver métodos de reabilitação no seu património, de maneira a melhorar as condições de habitabilidade dos moradores. O IHRU é um instituto público de regime especial e de gestão participada, integrado na administração indireta do Estado, provido de autonomia administrativa, financeira e património próprio. O atual

Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana, criado em 2007, resulta de várias reestruturações e fusões feitas ao longo dos anos, iniciadas pelo Instituto Nacional da Habitação (INH). Esta instituição tem como objetivo apostar na reabilitação urbana e no desenvolvimento do mercado do arrendamento, bem como assegurar as condições de concretização com vários elementos como a política da cidade e das políticas sociais, respeitando o edificado urbano, não esquecendo da necessidade da sua evolução [41]. Na Figura 1.1 está representado o resumo histórico do Instituto da Habitação e Reabilitação Urbana.

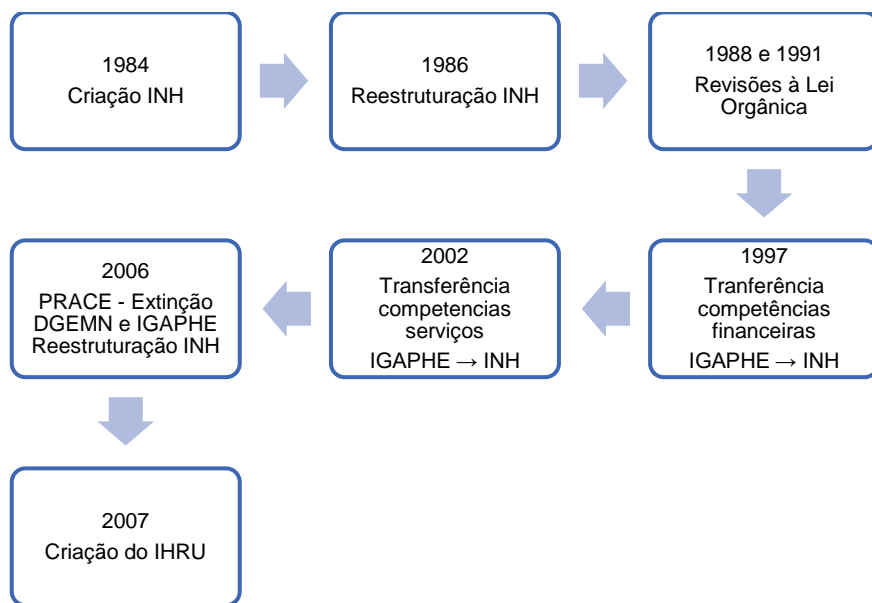


Figura 1.1 – Esquema das diversas entidades precedentes ao atual IHRU [40]

1.2. Objetivos

A presente dissertação tem como principal objetivo analisar e inspecionar o Bairro Amarelo, em Almada, Figura 1.2, e elaborar um levantamento das anomalias existentes nos edifícios com toda a informação sintetizada em "Fichas de Inspeção".

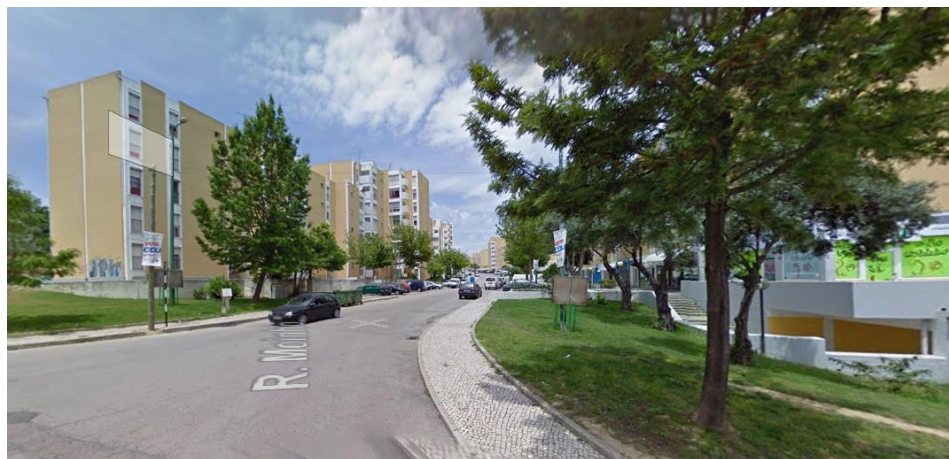


Figura 1.2 – Vista parcial do Bairro Amarelo [42]

O Bairro Amarelo, pertencente ao Plano Integrado de Almada (PIA), é composto por 1085 fogos, distribuídos por 174 edifícios, construídos entre 1975 e 1984, pelo Fundo de Fomento da Habitação (FFH), tendo sido desde 2007, propriedade do Instituto da Habitação e da Reabilitação Urbana, IP (IHRU). Esta instituição tem a preocupação com o surgimento de algumas anomalias funcionais e estruturais nos seus edifícios, e sempre que necessário a responsabilidade de as solucionar. Desta forma, esta dissertação tem como objetivo efetuar um levantamento das anomalias encontradas em várias visitas feitas ao local (acompanhadas por um técnico do IHRU), sendo a informação sistematizada em “Fichas de Inspeção” e “Fichas de Anomalia”, criadas para este efeito. Foram efetuados alguns ensaios em vários elementos primários do Bairro Amarelo, de forma a avaliar o seu estado de conservação, e por fim, se necessário, apresentar propostas de reabilitação.

1.3. Estrutura da dissertação

Esta dissertação divide-se em cinco capítulos e três anexos e está organizada da seguinte forma:

Capítulo 1 – Introdução, no qual se enquadra o tema da dissertação e são apresentados objetivos da mesma, bem como a sua organização por capítulos.

Capítulo 2 – Enquadramento do tema, onde são descritas as tipologias construtivas em Portugal e apresentados dados estatísticos relativos aos edifícios em Portugal. Também são descritas as anomalias, e as suas prováveis causas, mais frequentes em edifícios recentes. São também apresentadas a pesquisa de algumas fichas técnicas.

Capítulo 3 – Trabalho de campo, onde são apresentados os objetos de estudo, os edifícios do Bairro Amarelo, e de seguida uma descrição dos ensaios feitos nos vários elementos presentes neste bairro. É também apresentada a ficha de inspeção criada para este trabalho.

Capítulo 4 – Resultados, no qual são apresentados os resultados dos ensaios feitos aos elementos do Bairro Amarelo, e, por conseguinte, a discussão dos mesmos, apresentando no final uma proposta de reabilitação para os elementos primários.

Capítulo 5 – Conclusões e desenvolvimentos futuros, em que se apresentam as conclusões finais do trabalho realizado, identificando as limitações encontradas no mesmo e, por fim, concluindo com algumas sugestões para os desenvolvimentos futuros relativos à reabilitação de edifícios neste bairro.

Anexo I, que inclui as fichas de inspeção pesquisadas.

Anexo II, onde se encontram tabelas com alguns resultados dos ensaios feitos no Bairro Amarelo.

Anexo III, em que são apresentadas todas as fichas de inspeção realizadas neste trabalho.

Capítulo 2

Enquadramento do tema

2.1. Considerações iniciais

No presente capítulo, são descritas as tipologias construtivas de edifícios em Portugal, apresentados alguns dados estatísticos relativos a edifícios existentes por época de construção e o seu estado de conservação. São descritas as anomalias presentes em edifícios de betão armado e as suas causas e por fim são apresentadas algumas fichas de inspeção de outros autores, relativas à caracterização e registo de anomalias.

2.2. Tipologias construtivas

Nesta secção são descritas as várias tipologias construtivas de edifícios em Portugal, ao longo dos anos.

Após o terramoto de 1755, a maior parte do edificado na área da grande Lisboa terá sido parcial ou totalmente destruído, sendo que, os edifícios que resistiram a esta catástrofe são considerados construção pré-pombalina [2]. Dentro desta tipologia é possível identificar três tipos de edifícios:

- edifícios de qualidade, em que as paredes de alvenaria se apresentam bem cuidadas, de pedra aparelhada (pelo menos nos cunhais) e com elementos de travamento, etc.;
- edifícios de qualidade inferior, com paredes de alvenaria pobre e mal conservadas, com elevada deformação e ausência de elementos de travamento;
- edifícios com andar de resalto, caracterizados por um rés-do-chão com alvenaria de pedra, e pavimento em arco que suporta um a dois pisos com estrutura reticulada de madeira.

Nesta época os edifícios têm 2 a 3 pisos, no máximo 4, e com a característica de ter um pé direito reduzido e poucas aberturas para o exterior [2], Figura 2.1a.

Após o sismo de 1755, a cidade de Lisboa passou por uma fase de reconstrução rápida onde seria necessário rever as condições resistentes dos edifícios face às ações sísmicas, tornando a construção mais segura. Desta forma surgiu a construção Pombalina (de 1755 a 1870), caracterizada pela existência de uma estrutura tridimensional em madeira, denominada por gaiola, e por edifícios constituídos por 5 pisos onde o rés-do-chão seria utilizado para comércio e os restantes para habitação. A altura das fachadas seria sempre a mesma dentro de cada quarteirão e seria aproximadamente igual à largura das ruas principais [2]. Pela Figura 2.1b, verifica-se este tipo de construção.

Ente 1870 e 1930, surgiram os edifícios do tipo “Gaioleiro”, fruto da grande expansão da cidade, quer pelo aumento da altura dos edifícios, quer pela criação de grandes áreas urbanísticas. Esta construção é caracterizada pelas grandes dimensões tanto em planta como em altura, onde os edifícios rapidamente atingiram 5 ou 6 pisos, e pela alteração da gaiola original, em que alguns elementos de

solidarização horizontal das paredes mestras desapareceram. É perdido o rigor na construção dos edifícios Pombalinos, existindo uma diminuição na utilização da gaiola Pombalina, e é utilizada mão-de-obra e materiais de qualidade inferior, relativamente ao período anterior [2], Figura 2.1c.



(a) Edifícios com estrutura de alvenaria anteriores a 1755 [3]; (b) Edifícios com estrutura de alvenaria da época pombalina e similares (1755 a 1870); (c) Edifícios com estrutura de alvenaria tipo “Gaioleiro” (1870 a 1930).

Figura 2.1 – Tipologias construtivas de edifícios em Portugal até 1930

A partir de cerca de 1930, novos sistemas construtivos substituíram os designados edifícios “Gaioleiros”. Os pavimentos de madeira são substituídos progressivamente por lajes maciças de betão armado que descarregam diretamente sobre paredes resistentes de alvenaria, assegurando um bom travamento horizontal [43]. Este tipo de construção com estrutura mista de alvenaria e betão armado estende-se até 1940. Entre 1940 e 1960, as paredes resistentes foram substituídas por uma estrutura reticuladas de betão armado, melhorando assim o desempenho sísmico do edifício. Neste período, a estrutura porticada de betão armado é preenchida exteriormente por paredes duplas de alvenaria de tijolo e interiormente por paredes simples, do mesmo material. Estes edifícios são caracterizados por terem altura média entre 6 a 8 pisos e apresentam exteriormente um aspeto maciço, em que a área reservada às janelas apresenta uma dimensão reduzida [43]. Este sistema construtivo de betão armado e alvenaria de tijolo prolongou-se até 1960, Figura 2.2a.

A partir de 1960 até aos dias de hoje, a construção baseia-se principalmente em betão armado, onde existe uma dispersão da variedade de edifícios construídos tanto em altura como em soluções construtivas e implantação. Estes edifícios conceberam a criação e implementação dos regulamentos a nível de betão armado e construção. Esta época é caracterizada por a utilização de pilares e vigas de betão armado na estrutura no edifício, e relativamente ao pavimento este apresenta várias formas como lajes maciças, ou lajes pré-fabricadas por vigotas. Com o aumento da altura dos edifícios, surgem as exigências de resistência face às ações sísmicas, e, por conseguinte, dá-se o aparecimento dos elementos verticais de maior rigidez como a caixa de escadas e de elevador. Relativamente às paredes, estas são de alvenaria de tijolo simples ou duplo, as janelas apresentam uma dimensão bem maior e muitos dos rés-do-chão não apresentam alvenaria. Este período é caracterizado por o aparecimento da habitação social em que a altura média de pisos por edifício é de 4 a 6 pisos. É importante referir que nos últimos 20 anos surgem edifícios altos e com vários pisos abaixo do solo [43], Figura 2.2b.



(a) Edifícios com estrutura mista de betão e alvenaria (1930 a 1960); (b) Edifício recente de betão armado (após 1960).

Figura 2.2 – Tipologias construtivas de edifícios em Portugal desde 1930 até á atualidade

2.2.1. Edifícios existentes por época de construção

Neste ponto são descritos vários dados estatísticos relativos aos edifícios construídos em Portugal. De acordo com os Censos 2011, foi possível ter acesso ao levantamento do parque habitacional e edificado em Portugal e ao tipo de condições de habitabilidade.

Através da Figura 2.3, relativa à percentagem de edifícios existentes em Portugal ao longo dos anos, verifica-se que entre 1971 e 1980 foram contruídos o maior número de edifícios (588 858 edifícios), e antes de 1919 foram construídos o menor número de edifícios (206 343 edifícios). Ao analisar o gráfico, constata-se que de 1991 a 2011 foram construídos aproximadamente um terço dos edifícios existentes em Portugal (30,2%), ou seja, o edificado português considera-se bastante jovem. É de salientar e quantificar o número de edifícios existentes em Portugal ao longo dos anos, onde se verifica a existência de 3 544 389 edifícios [44].

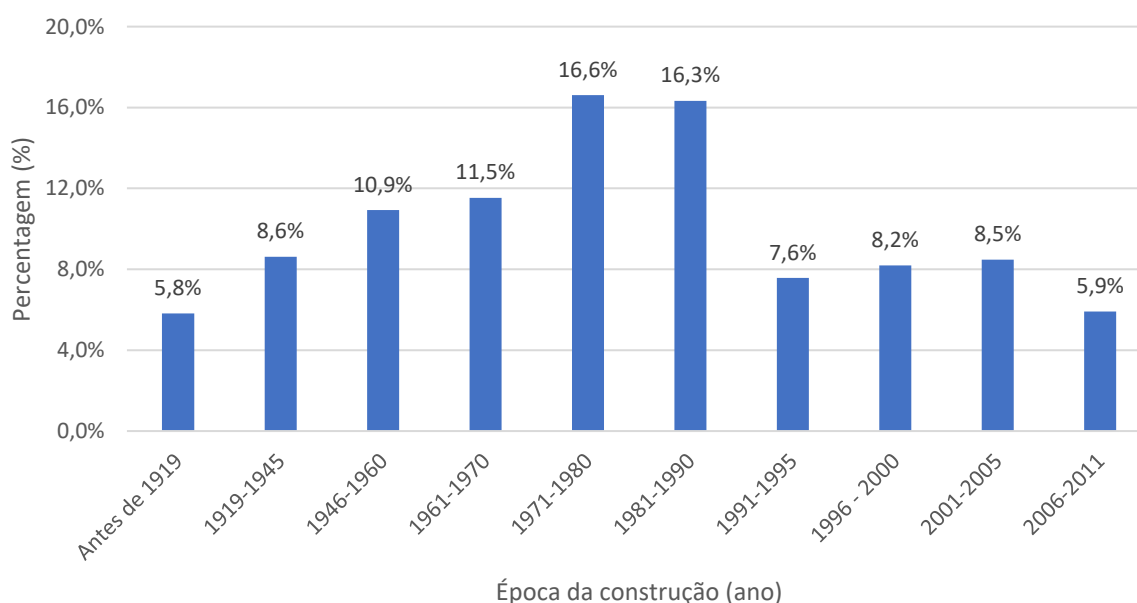


Figura 2.3 – Percentagem de edifícios por época de construção [44]

2.2.2. Estado de conservação dos edifícios

Neste ponto é possível verificar o estado de conservação dos edifícios relativamente à necessidade de reabilitação dos edifícios. Considerando todo o edificado em Portugal, 71,1% dos edifícios não necessitam de reparações, 27,2% dos edifícios necessitam de reparações e 1,7% dos edifícios encontram-se muito degradados. Considerando todas as épocas construtivas, e através da Figura 2.4, verifica-se que de um modo geral existe uma maior percentagem de edifícios degradados antes de 1945, e uma maior percentagem de edifícios sem necessidade de reparação nas últimas décadas, devido à qualidade da construção e manutenção dos edifícios de forma a prolongar a sua vida útil [44].

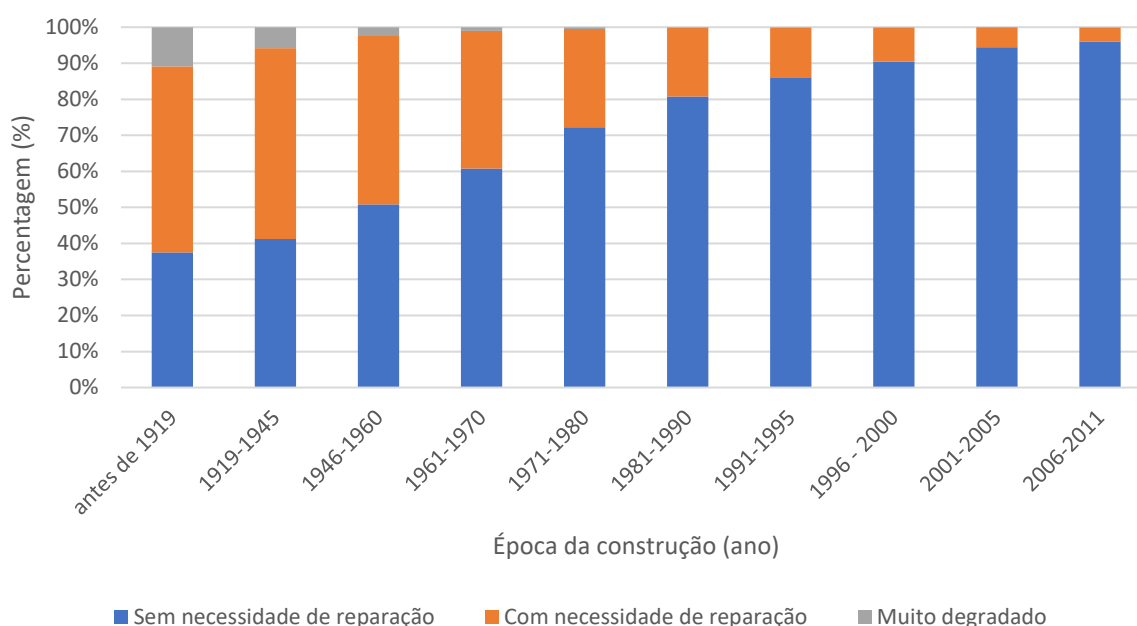


Figura 2.4 – Estado de conservação dos edifícios existentes por época de construção [44]

2.3. Anomalias em edifícios de betão armado

Durante a vida útil de uma estrutura, surgem frequentemente anomalias que condicionam o desempenho estético e funcional das materiais existentes ([3] citado por [4]). Estas anomalias podem ter consequências em termos da funcionalidade do edifício ou na sua segurança estrutural ([5] citado por [6]).

Em termos de patologia de construção, o conceito de anomalia, está associado a uma disfunção, ou seja, algo que perdeu a sua função e não satisfaz as exigências funcionais inicialmente estabelecidas. A manifestação destas anomalias num determinado elemento ou componente construtivo, provém de uma causa [4]. Todas as causas que desencadeiam a degradação dos edifícios estão associadas a processos naturais de envelhecimento ou erros associados a várias fases do processo construtivo e de utilização. Também podem estar associadas a agentes exteriores como causas naturais (sismo, vento, tsunamis, etc.) que devido ao seu surgimento e intensidade provocam anomalias estruturais ou funcionais que podem danificar o desempenho de um elemento e até causar a rotura.

Em termos mais complexos, considera-se que a ocorrência de anomalias resulta do conjunto de manifestações associadas a uma determinada cadeia de relações causa-efeito ([7] citado por [4]). Estão associadas a estas relações de causa-efeito, por exemplo, anomalias relativas à segurança estrutural

que em casos extremos podem causar o colapso. Tendo em conta o surgimento de anomalias em edifícios, tem sido evidenciado o seu surgimento em edifícios recentes, e tem sido bastante importante o seu estudo relativamente à patologia na construção. Tem-se verificado que as anomalias relativas a erros e omissões de projeto na fase de construção ocorrem com maior frequência em obras recentes ([5] citado por [4]). Em termos de tipificação da ocorrência de anomalias em edifícios, estas podem ser consideradas de influência no desempenho estrutural de um dado elemento construtivo, ou como a circunstância ou condições do aparecimento da anomalia. Na Tabela 2.1, está descrita essa tipificação de ocorrências anómalas em edifícios.

Tabela 2.1 – Critério de tipificação de ocorrências anómalas em edifícios [4]

Influência no desempenho estrutural do elemento construtivo:	Circunstâncias/Condições de aparecimento:
<ul style="list-style-type: none"> • Anomalias de carácter estrutural • Anomalias de carácter não-estruturais 	<ul style="list-style-type: none"> • Anomalias precoces • Anomalias reincidentes • Anomalias correntes

De acordo com a Tabela 2.1, a tipificação de ocorrências anómalas em edifícios é segmentada por a influência no desempenho estrutural do elemento construtivo, que pode ser dividido por anomalias estruturais e não estruturais. As anomalias de carácter estrutural têm uma relevância grande no que diz respeito ao desempenho e comportamento da estrutura, e que a sua deteção prévia é crucial para a tomada de decisões quanto à intervenção de medidas urgentes ([5] citado por [4]). Relativamente a anomalias do carácter não-estrutural, estas não afetam o edifício estruturalmente, mas as exigências funcionais podem ficar comprometidas. Relativamente às condições de aparecimento das anomalias, estas podem ser divididas em três diferentes formas: anomalias precoces, anomalias reincidentes, e anomalias correntes. As anomalias precoces são caracterizadas pelo seu aparecimento antecipado, ou seja, o seu aparecimento é bastante precoce face ao período estimado em que estas anomalias deviam aparecer, considerando as características dos materiais e elementos construtivos. Estas anomalias não derivam do envelhecimento expectável dos materiais, mas estão, na sua generalidade, associadas a deficiências a nível da conceção e projeto e da sua fase de execução ([8] citado por [4]). As anomalias reincidentes dizem respeito a ocorrências anómalas que são caracterizadas pelo seu reaparecimento constante derivado de uma deficiente intervenção de reparação ([1] citado por [4]). As anomalias correntes, são representadas por todas as que não se inserem nas duas categorias anteriores ([9] citado por [4]).

2.4. Causas das anomalias em estruturas de edifícios de betão armado

Geralmente, a ocorrência de anomalias em edifícios de betão armado resulta da conjugação de vários fatores. Conjugação essa que ao dar-se simultaneamente no tempo pode provocar e acentuar o processo de degradação da anomalia ([10] citado por [4]). Desta forma, a determinação das causas de anomalias é uma tarefa bastante difícil e complexa. A sua identificação nem sempre é possível devido, por exemplo, à grande variedade de elementos e materiais constituintes do edifício, bem como, das diversas funcionalidades das várias partes constituintes e elementos de construção [11].

Não existe um procedimento ou até mesmo uma linha corrente para determinar e compreender as causas e origens de uma dada anomalia, sendo que cada caso é analisado particularmente. Através de uma investigação cuidadosa, é feito um reconhecimento das causas das anomalias encontradas, e é estudada a melhor forma de resolver o problema. Relativamente à classificação das causas das anomalias nos edifícios, estas podem ser de duas origens: causas de anomalias de origem humana e causas de anomalias de origem não humana. O fator humano representa um dos mais importantes, relativamente ao aparecimento e desenvolvimento de anomalias na construção [11]. Desta forma, e através da Tabela 2.2, a ocorrência de anomalias provenientes de causas humanas estão caracterizados em três fases diferentes. As anomalias podem ocorrer não só devido a causas humanas, mas também por ações naturais. Estas poderão ser caracterizadas como físicas, químicas e biológicas onde o seu grau de incidência depende das condições a que os edifícios são sujeitos. Através da Tabela 2.3, é possível verificar a descrição anterior. Relativamente a desastres naturais, estes têm origem em causas naturais, embora o seu grau de intensidade comparativamente com as ações naturais, seja bastante mais elevado e inesperado. São acontecimentos raros, e quando ocorrem têm consequências graves, como exemplo, os sismos, ventos e tsunamis.

Tabela 2.2 – Causas de anomalias em edifícios habitacionais, de origem humana ([10] adaptado por [4])

Causas Humanas		
Fase de conceção e de Projeto	Fase de Execução	Fase de Utilização
<ul style="list-style-type: none"> - Ausência de projeto ou má conceção do mesmo - Inadequação ao ambiente - Inadequação a condicionamentos técnico-económicos - Informação insuficiente - Escolha ou quantificação inadequada de ações - Modelos incorretos de análise ou de dimensionamento - Pormenorização deficiente ou insuficiente - Erros numéricos ou erros de representação - Seleção e especificação incorretas de materiais e técnicas construtivas 	<ul style="list-style-type: none"> - Não conformidade entre o que foi projetado e o efetivamente executado - Má qualidade dos materiais utilizados - Falta de preparação e de qualificação de mão-de-obra utilizada - Manuseamento e processos de aplicação inadequados de materiais - Má interpretação do projeto 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteração das condições de utilização previstas, implicando, nomeadamente, o agravamento das ações consideradas no projeto - Remodelação e alterações mal estudadas - Degradação dos materiais, deterioração anormal por descuidada na utilização - Ausência, insuficiência ou inadequação da manutenção - Alterações das condições do contexto envolvente do edifício, não previstas no projeto - Falta de manutenção e inspeção

Tabela 2.3 – Causas naturais em edifícios habitacionais ([10] adaptado por [4])

Causas Naturais		
Físicas	Químicas	Biológicas
<ul style="list-style-type: none"> - Ação da gravidade - Variação da temperatura e de humidade relativa - Temperaturas extremas - Vento (pressão, abrasão, vibração) - Presença de água (Chuva, neve, humidade do solo) - Radiação solar - Sismos - Retração do betão - Assentamentos - Ações mecânicas 	<ul style="list-style-type: none"> - Oxidação - Presença da água - Chuva ácida - Reações eletroquímicas - Radiação solar (ação dos raios UV) - Cloretos - Sulfatos 	<ul style="list-style-type: none"> - Vegetais (Raízes, trepadeiras, líquenes, algas) - Insetos - Bolores e outros fungos

Na Tabela 2.4 estão representadas, de um modo geral, as várias causas de anomalias encontradas em elementos estruturais.

Tabela 2.4 – Causas de anomalias em elementos estruturais de betão armado ([10] adaptado por [4])

Erros ou insuficiências originais	Alterações estruturais e das condições de utilização	Alteração dos materiais
<ul style="list-style-type: none"> - Deficiente conceção ou dimensionamento - Escolha inadequada de materiais - Erros de execução em obra 	<ul style="list-style-type: none"> - Alteração da estrutura - Agravamento das cargas permanentes em paredes e pilares - Agravamento das sobrecargas de utilização - Assentamento diferenciado das fundações das paredes e pilares - Efeitos das variações da temperatura ambiente - Sismos, raios, escorregamentos de taludes 	<ul style="list-style-type: none"> - Deterioração dos materiais, ao longo do tempo

2.5. Agentes de deterioração

Os agentes de deterioração são responsáveis pela deterioração em elementos e materiais constituintes num edifício. É importante conhecê-los, de forma a identificar e caracterizar corretamente o aparecimento de anomalias nos edifícios. Os agentes de deterioração mais frequentes em elementos construtivos são a água, em todas as suas formas, as variações de temperatura, os sais e a poluição atmosférica.

Água

A água representa o principal agente de deterioração, sendo apresentado de várias formas, estados e mecanismos. Através da Tabela 2.5, verificam-se as várias formas de penetração da água num edifício, bem como os mecanismos que levam à sua deterioração.

Tabela 2.5 – Principais anomalias, origens e vias de intervenção da água nos edifícios ([12] adaptado por [11])

Componente ou elemento	Anomalia ou defeito	Origem	Via de intervenção
Cobertura inclinada	Inclinação insuficiente	Chuva	Batida pelo vento Gravidade
	Telhas partidas ou porosas	Chuva Água retida	Gravidade Capilaridade
Cobertura	Ausência de beirados	Chuva	Batida pelo vento Gravidade
Sistema de drenagem da cobertura	Ausência, deficiência ou falta de manutenção	Chuva	Batida pelo vento Gravidade
Cobertura horizontal	Pendentes ou sistema de drenagem deficientes	Chuva, fortuita (empoçamento)	Gravidade
	Má conceção ou execução dos pormenores	Chuva	Capilaridade Gravidade
Paredes	Fendilhação	Chuva Água retida	Capilaridade Gravidade
Caixilharia	Vidros partidos, empenos, estanquidade, má conceção	Chuva	Batida pelo vento Capilaridade
Pavimento térreo	Ausência de caixa de ar ventilada, impermeabilização insuficiente	Solo	Capilaridade Subpressão
Paredes enterradas	Defeitos de execução	Chuva Solo Higroscopicidade	Infiltração

A água é absorvida para o interior de materiais porosos com uma velocidade inversamente proporcional ao diâmetro dos seus vasos capilares [13]. Quando a água sofre variações de temperatura é então esperado o fenómeno de gelo/degelo. Quando a temperatura do material poroso desce até ao ponto de congelação da água contida nos poros, observa-se então um aumento de volume, seguindo uma contração no degelo. A ocorrência de ciclos continuados deste fenómeno, dá origem a envelhecimento precoce dos materiais, bem como o aparecimento de fissuras [13]. A ocorrência deste fenómeno está relacionada diretamente com a porometria do material, ou seja, os materiais com poros de maior dimensão têm maior capacidade de resistir à ação gelo/degelo ([14] citado por [11]).

A humidade representa uma das principais causas de degradação nos edifícios podendo ser evidenciada de cinco formas diferentes: humidade de construção, do terreno, de precipitação, de condensação e devida à higroscopicidade dos materiais, Tabela 2.6.

Tabela 2.6 – Tipos de humidades e respetivos efeitos associados (adaptado de [15])

Tipo de humidade	Anomalias	Características
Humidade de construção	<ul style="list-style-type: none"> - Destacamento e expansão de materiais - Manchas de humidade - Condensações 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização de água na execução da obra, na forma de execução de argamassas e betões, e colocação de tijolos - Ocorrência de precipitação
Humidade do terreno	<ul style="list-style-type: none"> - Formação de eflorescências e criptoflorescências - Salitre - Manchas de humidade - Destacamento do revestimento - Deterioração e desgaste dos materiais 	<ul style="list-style-type: none"> - Ascensão de água por capilaridade - Formação de cristais nas paredes, devido à existência dos mesmos nos materiais e na água
Humidade de precipitação	<ul style="list-style-type: none"> - Condensações - Manchas de humidade tanto em paredes interiores como exteriores - Bolores - Formação de eflorescências e criptoflorescências 	<ul style="list-style-type: none"> - Afeta, particularmente paredes direcionadas a Norte, visto serem mais expostas à chuva e vento forte - Quanto mais a trajetória da chuva se aproximar da horizontal, mais diminui a resistência dos materiais - Infiltração de água e de agentes externos devido às características das paredes e dos seus constituintes
Humidade de condensação	<ul style="list-style-type: none"> - Alteração das propriedades físicas - Degradação dos materiais - Destacamento de materiais - Manchas de humidade, localizados ou generalizadas 	<ul style="list-style-type: none"> - Ocorre devido ao vapor de água existente no interior dos edifícios que condensa nos elementos de construção que apresentam uma temperatura igual ou inferior ao ponto de orvalho - Podem ocorrer no exterior ou interior da parede
Humidade devida à higroscopicidade dos materiais	<ul style="list-style-type: none"> - Formação de eflorescências e criptoflorescências 	Cristalização e dissolução de sais devido a condições de humidade relativa, com a consequência do seu aumento e diminuição de volume nos poros dos vários materiais

Variações de temperatura

As variações de temperatura contribuem para deformações nos materiais resultantes de dilatações e contrações. Desta forma são criadas tensões internas que podem provocar fendas ou fraturas [13]. Geralmente os fenómenos de variação de temperatura ocorrem na “parte superior” do edifício, menos sombreada. Fenómenos como a amplitude térmica e o intervalo de tempo em que ocorre a ação de gelo/degelo são importantes para perceber de que forma é que os materiais dos edifícios são mais afetados. Ou seja, quanto maior for a amplitude térmica do ambiente envolvente e menor o intervalo de tempo em que ocorre gelo/degelo, maior é o risco de ocorrência de fenómenos de degradação ([14] citado por [11]).

Sais

A cristalização de sais solúveis nos elementos construtivos é um dos mecanismos principais de degradação dos materiais construtivos porosos. Este mecanismo é representado pela formação de cristais nos espaços porosos dos materiais e pela pressão que estes exercem sobre as paredes, dependendo dos sais envolvidos e do tamanho e arranjo dos poros ([12] citado por [13]). As anomalias mais representativas relativamente a alterações superficiais são as eflorescências, manchas, fendilhação, formação de crostas e separação de materiais da alvenaria em camadas. Em termos de cristalização interior, a criptoflorescência tem como características o aumento das tensões no interior dos poros e consequentemente um aumento do volume dos mesmos, degradando o material envolvente e podendo provocar o seu destacamento ([16] citado por [11]).

Poluição atmosférica

As substâncias contidas na atmosfera atingem as superfícies planas e salientes dos edifícios devido ao seu deslocamento por parte da ação do vento. Atualmente nos centros urbanos, é mais frequente tal acontecer, resultante dos gases da poluição automóvel e de atividades industriais. As condições topográficas e meteorológicas condicionam fortemente a dispersão e o transporte dos agentes poluentes. As partículas de dióxido de enxofre são dos poluentes mais responsáveis pela degradação dos materiais, e o dióxido de carbono na presença de água provoca a diminuição da coesão de determinadas zonas da pedra, bem como a sua resistência tornando o material interior degradado ([14] citado por [11]). Estas substâncias depositam-se nas fachadas dos edifícios, e quando presentes abundantemente, e sobre a ação da água, exercem sobre os materiais de revestimento uma ação agressiva, levando ao aparecimento de manchas [13].

2.6. Anomalias em elementos primários

A ocorrência de anomalias de carácter estrutural está associada geralmente a alterações estruturais, de condições de utilização, alterações e deterioração dos materiais utilizados e a erros iniciais de projeto. Na Tabela 2.7 estão representadas algumas anomalias em elementos de betão armado. As anomalias encontradas podem ser evidenciadas e distinguidas por causas específicas em diversos elementos estruturais tais como as fundações, pilares, vigas e lajes. De seguida são caracterizadas as anomalias e suas causas para os elementos descritos anteriormente.

Tabela 2.7 – Caracterização de anomalias em elementos de betão armado ([7], [10] adaptado por [4])

Designação das anomalias		Caracterização
Fendilhação por retração	Por assentamento plástico	Ocorre devido à migração do ar e da água para a superfície do betão
	Por retração plástica	Ocorre quando a velocidade de secagem da água na superfície é superior à velocidade com que a água se difunde no interior do betão
Fendilhação de origem térmica		Surgimento da anomalia a curto prazo, dias ou semanas após a concretização do elemento estrutural.
Fendilhação por corrosão de armaduras		Anomalias com distribuição (posição dos varões), associada à cor castanha.
		Primeiramente surgem nos cantos dos elementos estruturais, aumentando progressivamente a fendilhação longitudinal.
Fendilhação por reações químicas		Fendas sem orientação preferencial e com um aspeto rendilhado.
Destacamento do betão de recobrimento		Diminuição de seção dos elementos de betão armado
Corrosão e deformação das armaduras		Manchas acastanhadas

2.6.1. Fundações

O aparecimento de anomalias em fundações de em edifícios de betão armado, são caracterizadas por movimentos nos elementos de suporte ([10] citado por [4]). Estes podem estar relacionados com ocorrências no edifício, no terreno ou alterações na área envolvente, Tabela 2.8.

Tabela 2.8 – Principais causas de anomalias em fundações ([10] adaptado por [4])

Edifício	Terreno	Área envolvente
<ul style="list-style-type: none"> - Acréscimo de cargas permanentes - Alteração da distribuição de cargas - Ocorrência de vibrações geradas no próprio edifício 	<ul style="list-style-type: none"> - Fenómenos de erosão interna do material de fundação - Ocorrência de movimentos globais dos maciços de fundação - Alteração da posição do nível freático por razões naturais ou artificiais - Ocorrência de fenómenos de retração ou expansão de solos - Falta de preparação e de qualificação da mão-de-obra utilizada - Ação mecânica de raízes de algumas espécies vegetais 	<ul style="list-style-type: none"> - Realização de novas construções adjacentes - Realização de escavações importantes

As principais causas de anomalias em fundações estão relacionadas com movimentações que podem ocorrer, e que dependem da capacidade de deformação dos edifícios, onde se constata que os esforços desenvolvidos são proporcionais à rigidez dos elementos estruturais envolvidos ([10] citado por [4]). Os edifícios de betão armado apresentam uma maior sensibilidade a movimentos diferenciais do que movimentos horizontais ou movimentos uniformes de fundações, sendo que as anomalias mais correntes e visíveis nos edifícios, evidenciam-se por o aparecimento de fendilhação a 45° nos seus elementos estruturais e inclinações do pavimento.

2.6.2. Pilares, vigas e lajes

As anomalias em elementos de betão armado como pilares, vigas e lajes estão relacionadas com defeitos da construção ou conceção, alterações estruturais e deterioração.

A existência de anomalias em edifícios de betão armado, é verificada na fase de utilização, onde pode ocorrer fendilhação com diversas orientações, deformações excessivas, esmagamentos localizados no betão e a corrosão das armaduras ou degradação nas superfícies devido a ataques físicos e químicos ([10] citado por [4]).

As anomalias em elementos de betão armado são: fendilhação com diversa orientação e, corrosão das armaduras ou desagregação nas superfícies por ataque físico ou químico.

Fendilhação com diversas orientações

Existem vários tipos de fendilhação em elementos de betão armado como fendilhação por assentamento plástico após betonagem, por retração do betão, devido a assentamentos de apoio, por esforço de tração, esforço de flexão e esforço transversal [40]. Na Figura 2.5a está representado a fendilhação por esforço transversal, como exemplo.

A existência de fendas de retração ocorre devido ao impedimento da retração se processar livremente, devido a restrições internas associadas ao próprio betão armado ou externas pela ligação a outros elementos. Relativamente às fendas de origem térmica, estas estão associadas ao impedimento da dilatação/contração dos elementos estruturais por variação da temperatura, sendo que a existência das mesmas incide maioritariamente em locais mais expostos ao ambiente exterior e principalmente à radiação solar ([10] citado por [4]).

Geralmente aos pavimentos utilizados nos edifícios correntes, como lajes maciças e lajes nervuradas de betão armado, estão associadas as anomalias de deformação acentuada, destacamento do betão de recobrimento e da corrosão e deformação das armaduras.

Como se pode verificar, as principais anomalias são devidas às deformações acentuadas que ocorrem nas lajes, onde o principal efeito é o aparecimento de fendas nas várias faces da laje, e como efeito secundário, anomalias que surgem em elementos não estruturais de resistência inferior como paredes de alvenaria, Figura 2.5b.



(a) Fendilhação por esforço transversal [45]; (b) Fenda numa parede de alvenaria.

Figura 2.5 – Fendilhação em elementos construtivos

Desta forma, as fissurações provenientes de deformações excessivas em elementos de betão armado, poderão ocorrer na base das paredes, sobretudo nas zonas próximas do meio vão dos pavimentos, ou ainda, na própria parede, dispostas a 45° com orientações contrárias entre os extremos apoiados ([10] citado por [4]). Porém, os panos parciais ou com aberturas (sem preenchimento de malha estrutural), também poderão evidenciar fendilhação, embora seja caracterizada pela complexidade e condicionada pelos locais de concentração de tensões (cantos de aberturas).

Os efeitos descritos anteriormente, relacionam-se com erros ocorridos na fase de projeto, bem como a alteração das condições de utilização instituídas inicialmente. O destacamento do betão de recobrimento e a corrosão das armaduras nos pavimentos estão relacionados com a possível deterioração dos materiais consequentes do aparecimento das fendas relativas à deformação acentuada. As anomalias como destacamento do betão de recobrimento e corrosão das armaduras, também podem estar relacionados com a danificação dos materiais devido à ação do fogo.

Corrosão das armaduras ou desagregação nas superfícies por ataque físico ou químico

A corrosão das armaduras é um processo que ocorre frequentemente em construções de betão armado e que apresenta um papel fundamental na segurança estrutural do edifício e durabilidade do mesmo. Este processo pode resultar da contaminação do betão por cloretos e/ou por carbonatação de CO₂ que consequentemente reduz o pH do betão, perdendo o efeito protetor que este possui ao estar envolvido nas armaduras [17]. O processo de carbonatação está associado a vários fatores como, a permeabilidade do betão (quanto mais permeável, maior será a taxa de carbonatação) e da humidade relativa (a carbonatação ocorre mais facilmente quando a humidade relativa se encontra entre 55 e 75 %) ([12] citado por [17]).

Uma das principais causas da corrosão das armaduras é a carbonatação da camada de recobrimento de betão que é caracterizada pela penetração do dióxido de carbono presente na atmosfera nos poros do betão, reagindo com o hidróxido de cálcio, formando assim carbonato de cálcio e água. Desta forma e através deste mecanismo a alcalinidade do betão é reduzida. Num betão considerado homogéneo, a carbonatação ocorre de forma paralela à superfície, chegando a ultrapassar a zona de recobrimento das armaduras. Ao chegar às armaduras, e devido à redução do nível de alcalinidade, dá-se o início ao processo de corrosão das armaduras ([5] citado por [17]).

Outra causa da corrosão das armaduras é o ataque de cloretos que corresponde a um processo significativamente mais gravoso que a carbonatação, devido à sua velocidade de ocorrência superior ([18] citado por [4]). De certa forma, chega a existir uma relação equivalente entre o período de vida útil da estrutura de betão armado e o período de iniciação do processo de corrosão de cloretos, devido à velocidade extremamente elevada de corrosão ([19] citado por [4]).

De facto, a evolução dos valores do coeficiente de difusão de cloretos pode ser influenciada pela qualidade do betão, pelas condições de exposição e pelo tempo de exposição dos elementos de betão. As estruturas de betão armado localizadas nas proximidades de ambientes marítimos encontram-se mais expostas a sofrer corrosão das armaduras devido ao ataque por cloretos. Porém, os iões cloretos poderão encontrar-se no ligante utilizado no betão armado, devido à utilização de areias inadequadas. De outra forma, a medida de recobrimento e o estado de conservação superficial dos elementos

construtivos do betão armado, podem influenciar a progressão da penetração dos cloretos nos elementos em questão. De facto, a medida de recobrimento utilizada não dificulta a penetração dos cloretos, mas sim prolonga o período inicial da sua entrada no betão armado ([19] citado por [4]). Na Figura 2.6, é possível verificar o fenómeno de corrosão das armaduras.



Figura 2.6 – Corrosão das armaduras

2.7. Anomalias em elementos secundários

As anomalias em elementos secundários (caráter não estrutural) são aquelas em que não está em causa a segurança atual da estrutura ou dos seus componentes, mas sim exigências funcionais que comprometem a sua normal utilização durante o restante período de vida útil [11]. Na Tabela 2.9 estão representadas as anomalias mais relevantes, em elementos secundários nos edifícios de betão armado.

Tabela 2.9 – Tipos de anomalias nos elementos secundários em edifícios de betão armado ([12] adaptado por [4])

Anomalias	Causas possíveis
Fendilhações	- Deficiências estruturais
Envelhecimento e degradação dos materiais empregues (Figura 2.7)	- Tipo de uso e de ocupação em elementos ou componentes construtivos - Ação agressiva de agentes climáticos
Inadequação de elementos de construção	- Utilização de elementos ou materiais de construção que não promovem o cumprimento das exigências de segurança e de habitabilidade
Incompatibilidade de materiais utilizados	- Materiais incompatíveis devido às divergências de particularidades



Figura 2.7 – Degradação do reboco exterior [46]

2.7.1. Revestimento de cobertura

Os revestimentos exteriores de coberturas representam um dos elementos não estruturais mais importantes de um edifício, visto que a sua função por vezes é afetada devido à perda de estanquidade à água, podendo causar problemas estruturais ao nível da própria cobertura e restante edifício ([20] citado por [4]). As anomalias nos revestimentos de coberturas podem ser causadas pela natureza dos seus materiais constituintes e técnicas de construção utilizadas.

Existem dois tipos de coberturas, inclinadas e planas, sendo que, a cada tipologia estão associados vários tipos de revestimentos e consequentes anomalias. Nas Tabelas 2.10 a 2.12, estão representados vários tipos de revestimentos, anomalias e possíveis causas em coberturas inclinadas.

Tabela 2.10 – Tipos de revestimento de coberturas em coberturas inclinadas ([20] adaptado por [4])

Pétreo artificial	Metálico	Plástico	Misto
<ul style="list-style-type: none"> - Telha cerâmica - Telha de microbetão - Fibrocimento 	<ul style="list-style-type: none"> - Aço - Alumínio - Cobre - Zinco 	<ul style="list-style-type: none"> - Acrílico (polimetacrilato de metilo) - Policarbonato - Poliéster reforçado com fibras de vidro - Policloreto de vinilo 	<ul style="list-style-type: none"> - Chapas compostas - Telhas asfálticas - Telhas metálicas - Painéis sandwich

Tabela 2.11 – Anomalias relativas a projeto ou execução do revestimento em coberturas inclinadas ([10], [20] adaptado por [4])

Anomalias	Caracterização	Causas
Condensações	Perda de estanquidade da cobertura pelos orifícios atravessados pelas peças de fixação	<ul style="list-style-type: none"> - Ausência ou insuficiência de fixações - Ocorrência de deformação e corrosão
Degradação de cordões de estanquidade	Ocorrência de infiltração de água nas coberturas	<ul style="list-style-type: none"> - Movimentos de origem térmica e o aparecimento de tensões de corte superiores à capacidade de aderência dos cordões às superfícies das chapas
Sobreposição insuficiente ou excessiva	Ocorrência de infiltração de água e do incorreto funcionamento da cobertura, em locais de sobreposição incorreta de revestimento	<ul style="list-style-type: none"> - Incumprimento de valores de recobrimento transversal e longitudinal e do número de unidades a colocar por m²

Tabela 2.12 – Anomalias no revestimento em coberturas inclinadas ([10], [20] adaptado por [4])

Anomalias	Características	Causas
Condensações	<ul style="list-style-type: none"> - Coberturas localizadas em regiões climáticas com temperatura do ar baixas e em locais interiores com elevada produção de vapor de água (cozinhas, piscinas, etc.) - Formação de manchas escuras, de retenção de poeiras e desenvolvimento de fungos e bolores 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de ventilação e isolamento térmico deficientes
Deformações acentuadas	<ul style="list-style-type: none"> - Aparecimento de zonas de convexidade e concavidade nos revestimentos - Abertura de juntas longitudinais e transversais, proporcionando a perda de estanqueidade 	<ul style="list-style-type: none"> - Assentamentos e fluência da estrutura de suporte - Ação de agentes atmosféricos e outros
Desalinhamento	<ul style="list-style-type: none"> - Formação de descontinuidades, pontos que são favoráveis à penetração da humidade de precipitação na cobertura 	<ul style="list-style-type: none"> - Deficiente método de colocação de revestimento
Desprendimento /Descolamento	<ul style="list-style-type: none"> - Cobertura em exposição direta à entrada da água das chuvas - Degradação dos materiais de isolamento ou da estrutura de suporte - Infiltrações para o interior dos edifícios 	<ul style="list-style-type: none"> - Coberturas com inclinações acentuadas - Elementos incorretamente colocados ou degradados - Ação dos ventos fortes - Inexistência de elementos de fixação
Acumulação de detritos (Figura 2.8a)	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade no escoamento das águas pluviais - Proporciona o surgimento de vegetação parasitária - Surgimento de reações químicas e alterações da tonalidade do revestimento 	<ul style="list-style-type: none"> - Permanência de detritos, entulhos e outros materiais de diferentes naturezas
Corrosão	<ul style="list-style-type: none"> - Alteração do aspeto da superfície e uma perda superficial de revestimento; - Significativa perda de material. 	<ul style="list-style-type: none"> - Agentes atmosféricos - Condensações
Desenvolvimento de colonização biológica (Figura 2.8b)	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento de plantas, fungos, líquenes, verdetes e musgos nos revestimentos das coberturas 	<ul style="list-style-type: none"> - Escoamento deficiente das águas pluviais e consequente estagnação das águas - Acumulação de detritos - Insuficientes condições de arejamento
Fissuração/ Fracturação (Figura 2.8c)	<ul style="list-style-type: none"> - Surgimento de pontos de infiltração de água - Degradação progressiva do revestimento - Presença de vegetação 	<ul style="list-style-type: none"> - Assentamentos diferenciais dos elementos da estrutura de suporte. - Existência de vãos excessivos associados à fixação de cargas não previstas no projeto - Ações de choque - Redução da resistência mecânica. - Desnívelamento dos apoios, devido ao incorreto posicionamento inicial ou por cedência posterior da estrutura - Constrangimento dos elementos por fixações demasiado rígidas e sem folga, que impedem a deformação quando sujeitos a variações térmicas



(a) Acumulação de folhas, dificultando o escoamento da água [47]; (b) desenvolvimento de colonização biológica no revestimento [48]; (c) fracturação de telhas [49].

Figura 2.8 – Anomalias no revestimento em coberturas inclinadas

Na Tabela 2.13 representam-se vários tipos de materiais de impermeabilização tradicionais utilizados em coberturas planas e, na Tabela 2.14 as possíveis anomalias e respetivas causas.

Tabela 2.13 – Classificação de materiais de impermeabilização tradicionais em coberturas planas ([21] adaptado por [4])

Materiais betuminosos	Produtos elaborados	Produtos pré-fabricados
- Betume asfáltico - Asfalto - Alcatrão e bréus de alcatrão de hulha	- Emulsões betuminosas - Pinturas betuminosas - Produtos betuminosos - Cimento vulcânico	- Armaduras saturadas ou impregnadas – Feltros betuminosos - Armaduras saturadas ou impregnadas – Telas betuminosas

Tabela 2.14 – Anomalias e causas em revestimentos de impermeabilização de superfícies correntes em coberturas planas ([10] adaptado por [4])

Anomalias	Causas
Fissuração	<ul style="list-style-type: none"> - Envelhecimento natural e/ou prematuro do material de impermeabilização - Retração inicial e movimentos térmicos da camada de suporte devida à natureza do material constituinte - Perda de matéria volátil por ação do calor provocando endurecimento e retração do revestimento - Aplicação inadequada (processo construtivo, mão-de-obra) - Variações de origem térmica do suporte - Inexistência de dessolidarização entre o revestimento e a proteção pesada - Ausência de juntas de esquadramento na proteção pesada - Ausência de caminhos de circulação em coberturas de acesso limitado - Deficiente aderência do granulado mineral nos revestimentos de impermeabilização
Perfurações	<ul style="list-style-type: none"> - Ausência de proteção. - Cargas pontuais de natureza dinâmica (curta duração, queda de objeto) - Cargas pontuais de natureza estática (permanentes, instalação de suporte) - Ausência de caminhos de circulação - Fixação inadequada de equipamentos diversos e guarda de proteção - Deficiente fixação mecânica (ação da peça de fixação)
Empolamentos	<ul style="list-style-type: none"> - Revestimentos de impermeabilização sem as características adequadas - Colagem inadequada das camadas do revestimento de impermeabilização - Presença de materiais estranhos confinados entre o revestimento e o suporte - Falta de planeza e encurvamento do suporte de painéis isolantes - Existência de bolsas de ar vapor de água entre o revestimento e o suporte - Ausência de proteção do revestimento de impermeabilização - Armazenamento indevido dos rolos de revestimentos de impermeabilização
Descolamento das juntas de sobreposição	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação do revestimento em condições atmosféricas desfavoráveis (ação de sucção do vento) - Reduzida largura das juntas de sobreposição - Sentido incorreto de aplicação do revestimento de impermeabilização - Ataque do revestimento por raízes de plantas - Quantidade insuficiente do produto de colagem
Arrancamento do revestimento	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação do revestimento sem proteção pesada - Perda de aderência do revestimento ao suporte (número insuficiente de peças de fixação) - Arrancamento do revestimento pelo vento devido ao descolamento das juntas de sobreposição - Arrancamento da proteção pesada devido à ação do vento (espessura insuficiente de elementos soltos)
Permanência prolongada de água	<ul style="list-style-type: none"> - Ligação deficiente do revestimento com os dispositivos de evacuação de água - Inadequada solução de traçado de redes de águas pluviais - Desenvolvimento de vegetação parasitária - Reduzida pendente
Formação de pregas	<ul style="list-style-type: none"> - O revestimento não acompanha os movimentos de deformação das juntas ou fissuração do suporte - Material sem estabilidade dimensional ao calor (tipo de armadura, natureza) - Deficiente aplicação do revestimento de impermeabilização - Falta de proteção face ao calor

2.7.2. Revestimento de pavimento

As anomalias revestimentos de pavimentos estão associadas a deficiências dos pavimentos que os suportam ([10] citado por [4]). Na Tabela 2.15 representam-se as principais causas de anomalias em revestimentos de piso e os seus respetivos sintomas, em edifícios recentes.

Tabela 2.15 – Causas de anomalias em revestimentos de pisos de edifícios recentes ([10] adaptado por [4])

Solução de revestimento	Caracterização	Causa das anomalias
- Tacos e lamelas em parquetes de madeira - Ladrilhos de aglomerado de cortiça - Revestimento vinílicos, de linóleo, de borracha ou de têxteis aplicados em ladrilhos	Descolamento de revestimentos fixados por colagem, por excesso de humidade na base de assentamento ou por lavagem excessiva com água abundante	Ação da humidade
- Tábuas de soalho de madeira	Despregagem e empenos na sequência de variações dimensionais	
- Ladrilhos de grés cerâmico	Levantamento e arqueamento, quando as juntas entre ladrilhos têm largura muito reduzida e são refechadas com argamassa demasiada rica	
- Madeira, cortiça e têxteis	Deterioração de materiais orgânicos por ataque de agentes biológicos	
- Placas de aglomerado de partículas de madeira	Deterioração por ataques de fungos de podridão	
- Ladrilhos cerâmicos, revestimentos pétreos e pavimentos de madeira	Levantamento de revestimentos, devido à deformação de lajes, humidade e variações de temperatura	Fendilhação
- Pisos de betão armado ou acabamentos de betonilha de cimento	Fenómenos de retração do material	
	Inexistência de esquadramento	
- Elementos descontínuos rígidos (ladrilhos ou placas)	Retração nas camadas subjacentes	
	Camadas de assentamento rigidamente ligadas à base	
- Revestimentos de madeira - Ladrilhos cerâmicos - Revestimentos pétreos	Descolamento de revestimentos, devido a deficiências do material ou por condições adversas de aderência entre o suporte e o revestimento	Envelhecimento e degradação dos materiais.
	Desgaste prematuro e acentuado dos revestimentos devido ao uso	
	Alterações do aspeto, traduzidas pela descoloração, alteração da textura superficial, brilho, aparecimento de manchas	
	Acidentes (inundações, explosões)	

2.7.3. Paredes de alvenaria em edifícios de betão armado

O aparecimento de anomalias em paredes de alvenaria, em edifícios de betão armado, é, geralmente, de carácter estrutural, e está relacionado com o surgimento de fendilhação devido a causas como assentamentos diferenciais de fundações, aberturas em paredes, sismos, variações térmicas e elevadas tensões de compressão. Na Tabela 2.16 representam-se as principais causas, e respetivas características, do aparecimento de fendilhações em paredes de alvenaria em edifícios de betão armado.

Tabela 2.16 – Causas e características de fendilhações em paredes de alvenaria ([10] adaptado por [4])

Fendilhações em paredes de alvenaria	
Causas	Características
Assentamentos diferenciais de fundações	Fissurações inclinadas, onde a orientação identifica os locais de cedência.
Aberturas em paredes	Devido à acumulação de esforços existentes em locais próximos de aberturas.
Sismos e ações de corte	Surgimentos de fendilhações a 45°.
Variações térmicas	Poderá causar deslocamentos horizontais, rotações e fendilhações verticais e horizontais nos locais de ligação a paredes ortogonais.
Elevadas tensões de compressão	Aumento inesperado de cargas sobre a parede de alvenaria, levando à diminuição da sua resistência.

2.7.4. Revestimento de parede

A designação de reboco, é utilizada para definir argamassa de revestimento de parede, representada pela mistura de um ou mais ligantes, agregados e uma possível adição de adjuvantes, que é utilizado em paredes interiores, exteriores e tetos. Existem dois tipos de rebocos, o reboco tradicional e reboco pré doseado de monocamada. O reboco tradicional, constituído por cimento e areia colocado a duas ou três camadas, estão associadas a várias anomalias como fendilhação, perda de aderência, manchas de humidade, etc. Relativamente ao reboco pré doseado de monocamada, constituído por cimento areia e adjuvantes, estão associadas anomalias como carbonatação, sujidade e arestas partidas e manchas de heterogeneidade [22], Tabela 2.17.

Tabela 2.17 – Vários tipos de reboco e respetivas anomalias ([22] adaptado por [4])

Tipos de anomalias em diferentes rebocos	
Tipo de reboco	Anomalias
Rebocos tradicionais	<ul style="list-style-type: none"> - Fendilhação - Perda de aderência - Eflorescências e criptoflorescências - Desenvolvimento de fungos e bolores - Manchas de humidade e de sujidade
Rebocos pré doseados de monocamada	<ul style="list-style-type: none"> - Carbonatação - Manchas associadas à heterogeneidade de aspeto - Sujidade e arestas partidas

De acordo com a Tabela 2.17, uma das principais anomalias no reboco será a fendilhação, sendo mais grave o seu aparecimento em reboco exterior devido à sua capacidade de impermeabilização que afeta diretamente a aderência do mesmo, e que permite infiltrações de água e outros agentes, reduzindo a durabilidade e estrutura do reboco ([22] citado por [4]). Como dito anteriormente, a presença de água pode originar vários problemas no reboco, permitindo a existência de reações físicas, químicas e biológicas à sua superfície ([23] citado por [4]). Na Tabela 2.18 representam-se as possíveis causas associadas às anomalias presentes em rebocos.

Tabela 2.18 – Anomalias e respetivas causas em rebocos ([22] adaptado por [4])

Anomalias	Causas
Presença de água	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação do reboco antes da secagem adequada do suporte - Existência de zonas em contacto com o solo - Reboco com elevada permeabilidade à água líquida - Existência de sais higroscópicos que se fixam à água - Causas fortuitas (rotura de canalizações, tubos de queda, etc.)
Fendilhação	<ul style="list-style-type: none"> - Retração e dilatação do reboco - Gelo/degelo - Erros associados à dosagem na execução da argamassa - Excesso de água na argamassa - Espessura inadequada do revestimento
Eflorescências e criptoflorescências	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de solúveis no reboco, no suporte ou na água - Presença prolongada de humidade - Cal não carbonatada
Sujidade	<ul style="list-style-type: none"> - Alta rugosidade e porosidade de reboco - Deposição superficial de poeiras, fuligem ou poluentes
Biodeterioração	<ul style="list-style-type: none"> - Presença prolongada de humidade - Falta de ventilação/iluminação - Acumulação de pó, terra, sujidade e poluentes na superfície rebocada
Perda de aderência	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de humidade ou sais - Dilatações e contrações térmicas - Movimentos do suporte - Composição inadequada da argamassa - Impermeabilização à água no suporte
Perda de coesão/desagregação	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa dureza superficial do reboco - Cristalização de sais - Ação de organismos e microrganismos - Reação química do reboco com materiais naturais e artificiais - Poluição da envolvente
Erosão	<ul style="list-style-type: none"> - Ação de agentes atmosféricos (chuva, vento, variações de temperatura); - Ação humana (ação de choque ou de atrito)

2.7.5. Acabamentos

Neste ponto são descritos três tipos de acabamentos: acabamento por pintura, acabamento cerâmico e acabamento por pedra natural.

Acabamento por pintura

Geralmente nos edifícios recentes, as paredes exteriores e interiores são revestidas por uma pintura, que como o nome indica, tem a capacidade de dar cor à superfície sobre a qual é aplicada. Este revestimento não tem apenas a função de decorar, mas também desempenha a função de proteção relativamente a agressões externas como a chuva, vento ou o sol. Estes revestimentos apresentam várias características, em que podem ser de base aquosa ou solvente orgânico, permitindo assim acabamentos diversos em termos de cor, textura e brilho.

A revestimentos de pintura estão associadas várias anomalias como a fissuração, empolamento, destacamento, etc. nas quais estão descritas as suas respetivas causas, Tabela 2.19.

As principais causas de anomalias em revestimentos de pintura estão associadas ao tipo e natureza da preparação das superfícies a pintar, em que por vezes, não é utilizado o primário e, a superfície onde será aplicado o revestimento não é devidamente limpo. A qualidade e compatibilidade dos

produtos com o suporte onde serão aplicados também apresentam problemas neste tipo de revestimento, apresentando-se na forma de destacamento.

Tabela 2.19 – Anomalias e respetivas causas em revestimentos por pintura ([10], [12], [13] adaptado por [4])

Anomalias	Causas
Fissuração	<ul style="list-style-type: none"> - Produto mal formulado - Revestimento duro/quebradiço aplicado sobre substrato sujeito a variações dimensionais - Diferença de elasticidade entre duas camadas de revestimento de tinta - Condições de exposição desfavoráveis (temperaturas elevadas, radiação UV) - Movimentos estruturais e/ou movimentação deformação do suporte - Aplicação inadequada das camadas
Empolamento	<ul style="list-style-type: none"> - Deficiente preparação da base - Humidade relativa e temperaturas elevadas durante a aplicação e a secagem - Bases húmidas e revestimentos impermeáveis
Destacamento	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de aderência por incompatibilidade com o material da base - Teor de água elevado do suporte - Eflorescências - Deficiente preparação da base - Aplicação de um primário inadequado ou inutilização do mesmo - Presença de partículas não aderentes e sujidade - Condições de aplicação desfavoráveis (humidade e temperaturas elevadas) - Tempo insuficiente ou demasiado prolongado entre aplicações - Incompatibilidade física, química e mecânica entre a pintura e a base de aplicação - Características da tinta, incompatíveis com as condições de exposição do revestimento
Manchas	<ul style="list-style-type: none"> - Teor de água elevado do suporte - Heterogeneidade do suporte
Alteração da cor	<ul style="list-style-type: none"> - Ação dos agentes atmosféricos - Ataque químico - Utilização de pigmento inadequado à exposição no exterior
Eflorescências	<ul style="list-style-type: none"> - Humidade ascendente - Infiltrações
Perda de brilho	<ul style="list-style-type: none"> - Envelhecimento natural do revestimento - Base de aplicação excessivamente absorvente - Condições de exposição desfavoráveis (atmosfera poluída, elevada radiação UV)
Desenvolvimento de musgo, fungos e bactérias	<ul style="list-style-type: none"> - Permanência de temperatura e humidade elevadas e condições de ventilação e radiação solar insuficientes - Sistemas de pintura com baixo teor em fungicidas - Presença de sais e humidade no suporte

Acabamento cerâmico

O acabamento cerâmico é constituído por ladrilhos cerâmicos, pela camada de assentamento e pelo produto de preenchimento das juntas entre os ladrilhos. As anomalias mais evidenciadas neste tipo de revestimento afetam o seu desempenho no campo de segurança, onde existe falta de aderência, e da sua funcionalidade e aspeto estético, como eflorescências, desgaste e alteração da cor [24]. Na Tabela 2.20 verifica-se as anomalias mais correntes em ladrilhos cerâmicos.

Tabela 2.20 – Anomalias e respetivas causas em ladrilhos cerâmicos ([10], [24] adaptado por [4])

Anomalias	Características	Causas
Eflorescências	Manchas esbranquiçadas na superfície dos ladrilhos	- Cristalização na superfície dos ladrilhos de sais transportados pela água
Deslocamento	Perda de aderência, relativamente ao suporte, com ou sem empolamento	- Movimentos diferenciais suporte/revestimento - Aderência insuficiente entre as camadas de revestimento
Fissuração (Figura 2.9)	Fissuras que atravessam toda a espessura dos ladrilhos	- Fendilhação do suporte - Movimentos diferenciais suporte/revestimento - Rotura por flexão em ladrilhos mal assentes - Choque térmico
Enodoamento prematuro	Manchas de produtos aplicados	- Seleção inadequada dos ladrilhos
Riscagem ou desgaste prematuro	Riscagem, desgaste ou desaparecimento do vitrado	- Seleção inadequada dos ladrilhos
Alteração da cor e brilho	Alteração da cor inicial dos ladrilhos	- Ataque químico
Sujidade superficial	Acumulação de poeiras, manchas de escorrência de água	- Falta de limpeza regular - Textura superficial do ladrilho favorável à retenção de sujidade
Deficiências de planeza	Zonas com deficiências de planeza	- Irregularidades de superfície do suporte que o produto de assentamento não conseguiu disfarçar - Empeno dos ladrilhos
Crescimento biológico	Aparecimento de manchas de bolor, fungos ou vegetação	- Presença elevada de água ou teor de humidade



Figura 2.9 – Fissuração do ladrilho cerâmico e consequente descolamento

Acabamento por pedra natural

A utilização da pedra como revestimento em fachadas é cada vez mais comum nos edifícios recentes, sendo este considerado um revestimento nobre, a sua utilização eleva o nível de acabamento ou de valorização do edifício ([24] citado por [4]). Desta forma, o aumento da utilização deste tipo de revestimento não favoreceu o aparecimento de soluções construtivas ao nível de projeto e de execução, tendo proporcionado o aparecimento de diversas anomalias ([25] citado por [4]). Pela Tabela 2.21, são descritas as várias anomalias encontradas no revestimento de pedra.

Tabela 2.21 – Anomalias e respetivas causas em revestimento de pedra ([10] adaptado por [4])

Anomalias	Características	Causas
Degradação	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de rugosidade de superfície - Ocorrência do desgaste superficial 	<ul style="list-style-type: none"> - Agentes atmosféricos (precipitação)
Sujidade	<ul style="list-style-type: none"> - Formação de crostas - Deposição de diversos componentes como sulfatos, ferro e partículas carbonosas 	<ul style="list-style-type: none"> - Poluição atmosférica - Acabamentos rugosos
Manchas	<ul style="list-style-type: none"> - Manchas de humidade - Manchas que evidenciam alterações cromáticas 	<ul style="list-style-type: none"> - Fachadas expostas à ação da chuva aliada a ventos fortes - Fissuração no revestimento - Envelhecimento do revestimento - Reações químicas
Fendilhação e fracturação	<ul style="list-style-type: none"> - A fissuração dá-se a nível superficial, podendo ser fina ou significativa - A fracturação dá-se em toda a profundidade do revestimento, podendo causar a separação do elemento ao suporte 	<ul style="list-style-type: none"> - Cargas excessivas - Oxidação de chumbadouros de ferro - Temperaturas excessivas por ocasião de incêndios - Movimentos de natureza estrutural de paredes e de fundações - Deformação do suporte por flexão, retração, dilatação e assentamento
Eflorescências	<ul style="list-style-type: none"> - Escorrimento de manchas esbranquiçadas 	<ul style="list-style-type: none"> - Inadequada seleção de pedras com elevada porosidade - Elevado teor de humidade no suporte
Crescimento biológica	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento de fungos, algas, líquenes e musgos no revestimento - Surgimento de aspeto inestético, assim como provocação de ataque químico e físico à pedra 	<ul style="list-style-type: none"> - Ocorrência em condições propícias de luz e humidade - Microrganismos nutridos através dos sais e matérias orgânicas
Deslocamento	<ul style="list-style-type: none"> - Deslocamento entre o agente de fixação e a pedra - Deslocamento entre o suporte e o agente de fixação 	<ul style="list-style-type: none"> - Inadequada preparação do suporte e das placas de pedra natural - Inadequado dimensionamento do sistema de fixação - Ausência de dimensionamento de juntas de dilatação - Inadequada seleção do material de preenchimento de juntas

2.8. Metodologias de inspeção e diagnóstico

Nesta secção é demonstrada a importância de aplicar uma metodologia relativamente à inspeção e diagnóstico de edifícios. Para o estudo do diagnóstico no processo de intervenção é importante que este seja realizado de forma exigente e com grande delicadeza, uma vez que, no processo de reconhecer anomalias num dado edifício, é necessário ter um conhecimento generalizado e especializado da própria essência da construção. Desta forma, o estudo do diagnóstico é feito por um técnico generalista, com formação em áreas diversas como estruturas, geotécnica, alvenarias, revestimentos e acabamentos ([26] citado por [27]).

De seguida são explicadas as vias que podem ser utilizadas para chegar ao diagnóstico ([26] citado por [27]):

- **Via Empírica**

Estudo que se baseia na experiência do especialista. A resolução do problema é feita de acordo com a experiência e resolução de outros casos experimentais com conhecimento integral dos processos construtivos e comportamento relativamente à envolvente;

- **Via Científica**

O diagnóstico é feito com o recurso de modelações matemáticas e físicas, com vários ensaios experimentais *in situ* ou em laboratório;

- **Combinação das duas vias**

O diagnóstico é feito de acordo com a experiência do interveniente, com a utilização simultânea de meios complementares de diagnóstico.

A terceira via, mencionada anteriormente, é a mais atrativa, considerando que a experiência se combina com a ciência ([26] citado por [27]). Assim, e tendo em conta que cada caso é um caso particular, é possível adotar a seguinte metodologia ([28] citado por [27]):

- **Análise da informação**

Nesta fase, o fornecimento de informação escrita e desenhada deve ser feito pelo dono da obra, na medida em que é necessário “conhecer” o projeto. Desenhos gerais e de pormenor, condições técnicas e “história” do edifício são necessários antes de se efetuar qualquer intervenção. Nem sempre é necessário ter acesso a estes elementos, sendo que é essencial recorrer a entidades licenciadoras das cópias dos desenhos;

- **Realização de um inquérito**

É necessário realizar um inquérito aos residentes de forma a obter um levantamento dos fogos mais degradados interiormente, tentando perceber quais as anomalias mais frequentes e quais as exigências dos utilizadores;

- **Visita ao interior e exterior dos edifícios**

É importante realizar um levantamento exaustivo das anomalias tanto no exterior como no interior, quando possível. Relativamente ao exterior, é indispensável recorrer a várias visitas com o objetivo de observar o estado de degradação e comportamento da envolvente;

- **Levantamento fotográfico**

Para registar o máximo de anomalias existentes no edifício, é fundamental efetuar um levantamento fotográfico;

- **Medidas *in situ* ou em laboratório**

De forma a obter resultados sobre o comportamento do edifício, é importante realizar ensaios *in situ* ou em laboratório;

- **Efetuar um conjunto de sondagens**

É necessário efetuar sondagens que permitam caracterizar a composição de determinador elementos construtivos, caso seja possível.

2.9. Técnicas de ensaio

Segundo ([1] citado por [4]), as técnicas de ensaio podem ser agrupadas em ensaios in situ e ensaios laboratoriais. Os ensaios laboratoriais, são realizados sobre componentes da construção ou dos materiais recolhidos, e são muitas vezes um complemento indispensável dos ensaios in situ.

As técnicas de ensaio in situ são classificadas como destrutivas, semi-destrutivas ou não destrutivas. Os ensaios não destrutivos são definidos como não sendo prejudiciais para o desempenho do elemento ensaiado. Através destes ensaios é possível ter uma análise qualitativa ou quantitativa das características mais significativas, ao contrário dos ensaios de laboratório, que por vezes são algo de destrutivos, quando realizados sobre amostras, como o exemplo de carotes. Os ensaios semi-destrutivos podem ser definidos quando aplicados ao betão, considerando que os métodos de diagnóstico causam danos superficiais perfeitamente localizados.

Nesta dissertação são abordadas técnicas de diagnóstico realizadas apenas em elementos estruturais em edifícios localizados no Bairro Amarelo, em Almada, deixando de parte as restantes técnicas relativas a elementos funcionais. As técnicas de ensaio utilizadas, que posteriormente serão explicadas, foram efetuadas in situ e em laboratório sobre elementos primários.

Para a realização de ensaios in situ é necessário obter uma organização de uma possível classificação dos vários tipos de técnicas de ensaio. As técnicas utilizadas podem ser classificadas em termos de ([29] citado por [4]):

- Grau de destruição que provocam (destrutivas, semi-destrutivas, e não destrutivas);
- Princípios em que se baseiam (mecânicos, elétricos, magnéticos, eletromagnéticos, eletroquímicos, ultrassónicos, sensoriais, térmicos, químicos, entre outros);
- Tipo de resultados obtidos (propriedades a avaliar);
- Objetivos principais (exemplos: resistência, durabilidade, geometria);
- Elementos a que se aplicam (exemplos: elementos estruturais ou não estruturais);
- Atividade em que intervêm (exemplos: controlo da qualidade, inspeção de edifícios, verificação da aplicação de regulamentos).

Nos pontos seguintes são abordadas as técnicas de ensaio utilizados no Bairro Amarelo.

2.9.1. Avaliação da profundidade de carbonatação

Na determinação da profundidade de carbonatação, utilizou-se uma solução alcoólica de fenolftaleína a 0,5%, uma régua metálica para a medição da profundidade e um martelo pneumático para abertura dos furos em análise.

A solução de fenolftaleína é um indicador ácido-base (pH entre 8 a 10) que varia a sua tonalidade de incolor (ácido) a violeta (base). Ou seja, a zona carbonatada é apresentada por uma tonalidade incolor e a zona não carbonatada apresenta a cor violeta, sendo definida a profundidade de carbonatação a fronteira entre as duas zonas. Posteriormente é medida essa profundidade até à face exterior do elemento.

2.9.2. Ensaio esclerométrico

Em 1948, o engenheiro suíço Ernest Schmidt, desenvolveu um martelo para testar a dureza do betão, baseado no princípio do ressalto. Este princípio baseia-se no lançamento de uma massa contra uma superfície em estudo, e posteriormente a medição do seu retorno. É assim utilizado um esclerómetro, que permite avaliar in-situ as propriedades mecânicas do elemento a estudar [30].

Por se tratar de um ensaio de resistência superficial, os valores obtidos são representativos de uma camada de 5 cm de profundidade, avaliando a homogeneidade do betão [31]. É um ensaio de baixo custo e de rápida execução, sendo fácil de conhecer a uniformidade e qualidade do betão antes de passar para os ensaios destrutivos. Pode ser utilizado in-situ e também em laboratório e de variadas orientações, sendo que nos pilares em estudo foi apenas utilizada a orientação horizontal.

O “índice esclerométrico” representa o valor dado pelo aparelho, que permite quantificar a energia recuperada pelo ressalto da massa do pêndulo do esclerómetro.

Existem vários fatores que poderão influenciar o valor do ressalto obtido pelo esclerómetro. As situações como a perda de aderência, presença de humidade e existência de descontinuidades podem influenciar a qualidade do betão. Os resultados são afetados pela irregularidade da superfície, tipo de agregado, tipo de cimento, presença de humidade e carbonatação [32]:

- **Irregularidade na superfície** – Superfícies rugosas poderão alterar significativamente os valores do índice esclerométrico;
- **Tipo de agregado** – Para resistências de compressões iguais, o betão produzido com agregado granítico apresenta índices esclerométricos mais altos do que betões com agregados calcários. Durante o ensaio, há que ter cuidado em averiguar a presença de agregado grosso à superfície, visto que intensifica os valores esclerométricos;
- **Tipo de cimento** – A resistência final do betão está diretamente relacionada com a natureza do cimento utilizado, ou seja, quanto maior a resistência da tipologia do cimento utilizado maior o índice esclerométrico obtido;
- **Presença de humidade** – a presença de humidade no betão altera os resultados do ensaio esclerométrico, visto que em provetes em condições saturadas, mas com superfícies secas, geralmente os índices esclerométricos são mais baixos do que em provetes secos;
- **Carbonatação** – O processo de carbonatação do betão aumenta a resistência mecânica do betão, logo o índice esclerométrico é afetado por este fenómeno. Os valores para um betão carbonatado podem ser 50% superiores aos obtidos num betão não carbonatado.

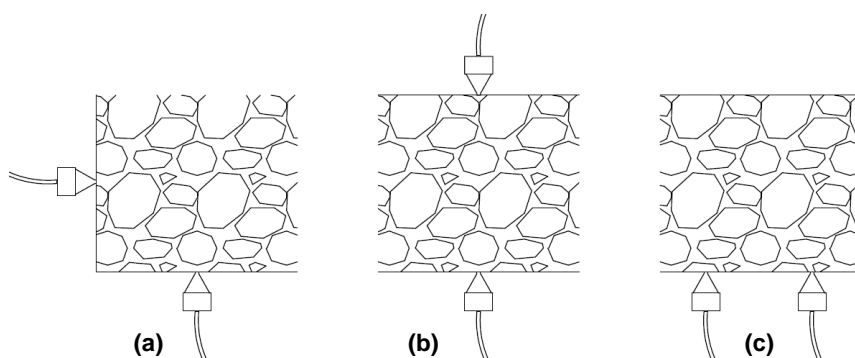
2.9.3. Ensaio de ultrassons em betão armado

O ensaio de ultrassons é uma técnica que tem como objetivo a avaliação do comportamento mecânico do material através da determinação da velocidade de propagação das ondas elásticas resultantes do impulso ultrassónico percorrido entre dois pontos. As ondas que atravessam o material, permitem obter informação sobre as características do elemento e consequentemente avaliar o seu desempenho, através do tempo percorrido entre pontos. De um modo não-destrutivo, este ensaio permite avaliar a homogeneidade interna do material, bem como detetar a presença de fendas ou outros defeitos internos [33].

O princípio de funcionamento consiste na propagação das ondas elásticas, cuja velocidade depende das propriedades elásticas dos meios que percorrem [34].

A técnica do ensaio é iniciada pela colocação de dois transdutores em contacto com a superfície a analisar, em que o transdutor com a função de transmissor emite o impulso ultrassónico que atravessa o material e é posteriormente recebido pelo outro transdutor (recetor). O tempo gasto neste percurso é medido e fornecido eletronicamente pelo equipamento. Assim é possível calcular a velocidade de propagação da onda elástica [33].

Segundo a Norma EN 12504-4 (CEN, 2004), a posição dos transdutores para medição do tempo de propagação das ondas ultrassónicas pode ser efetuada de três métodos distintos, Figura 2.10.



(a) método semi-direto; (b) método direto; (c) método indireto.

Figura 2.10 – Métodos de propagação das ondas, no ensaio de ultrassons

2.9.4. Ensaio termográfico

A termografia é uma técnica não destrutiva, que permite detetar heterogeneidades existentes em elementos construtivos, que não são possíveis detetar a olho nu ([12] citado por [4]). O princípio de funcionamento desta técnica passa por a representação da temperatura superficial de um corpo, por medição da radiação infravermelha emitida pela superfície convertendo-a em sinal elétrico ([1] citado por [4]). Seguidamente a informação é processada e analisada através de um software apropriado, o qual efetua um relatório termográfico através de informações associadas às temperaturas superficiais ([35] citado por [4]).

A utilização deste ensaio, não destrutivo, permite observar o interior dos elementos construtivos, de forma a identificar a existência de anomalias no seu interior ([12] citado por [4]). Como tal, a termografia pode ser aplicada em vários campos do desempenho construtivo e de componentes como ([35] citado por [4]):

- Deteção de defeitos de isolamento;
- Deteção de perdas de ar e de calor por janelas;
- Deteção de humidades;
- Deteção de problemas, como possíveis fugas em canalizações;
- Exame de sistemas de aquecimento;
- Manutenção preventiva.

2.9.5. Avaliação da porosidade aberta e massa volúmica aparente

O ensaio para avaliar a porosidade aberta e massa volúmica aparente, utilizando a norma NP EN 1936-2008, destina-se a compreender a percentagem de porosidade aberta e a massa volúmica do betão existente.

A porosidade dos materiais depende das características dos poros: tamanho, forma e ligação entre eles. Neste ensaio é avaliado a ligação entre poros, onde estes se comunicam entre si, permitindo a circulação e fixação de fluidos dentro da sua estrutura. Desta forma, é possível avaliar que quanto maior a percentagem de porosidade aberta, menor é a compacidade do betão.

2.9.6. Avaliação da presença de sais

O ensaio para avaliar a presença de sais nas amostras retiradas do Bairro Amarelo, foi realizado segundo a norma NP EN 196-2:2006. A presença de sais hidrossolúveis nas construções contribui para a degradação dos materiais existentes, bem como as condições de habitabilidade e progressiva diminuição da segurança estrutural. Existem vários tipos de sais nos materiais e, a sua remoção torna-se bastante difícil, sendo necessário realizar vários ensaios que permitem identificar os vários componentes existentes.

Neste ensaio verificou-se a presença de dois tipos de sais: ião cloreto e ião sulfato. A realização do ensaio dita que quanto mais elevada é a percentagem deste componente, maior é a sua presença.

2.10. Fichas de inspeção

No enquadramento desta dissertação, são apresentadas três fichas de inspeção de outros autores, como indicado na Tabela 2.22.

Tabela 2.22 – Artigos analisados nesta secção

Autores	Instituição	Título
Neto, N. [36]	Instituto Superior técnico	Sistema de apoio à inspeção e diagnóstico de anomalias em revestimentos em pedra natural
Pedro J. et al [37]	Laboratório Nacional de Engenharia Civil	Métodos de avaliação do estado de conservação dos edifícios: A atividade recente do LNEC.
Appleton, J. e Baião, M. [38]	Laboratório Nacional de Engenharia Civil	Inspeção de edifícios para diagnóstico do seu estado patológico. 2.º ENCORE - Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios

A Figura 2.11, refere-se à imagem parcial das três fichas de inspeção anteriormente referidas, as quais se encontram reproduzidas integralmente no Anexo I, das Figura I.0.1 a I.0.4.

Nota: preencher só em RPN interiores (campos a verde) ou exteriores (campos a azul, sendo que alguns são exclusivos para fachadas)

FICHA DE INSPECÇÃO N.º		DATA DA INSPECÇÃO	
RESPONSÁVEL / FUNÇÃO			
OBJECTIVO DA INSPECÇÃO			

1. EDIFÍCIO Ed			
1.1. Localização			
1.2. Descrição			
1.3. Ano de conclusão		1.4. N.º de pisos acima do solo	
1.6. N.º de fachadas com RPN		1.5. N.º de fachadas livres	
1.7. Tipo de revestimento das fachadas sem RPN		1.8. Tipo de utilização dominante	
Área total de parede/pavimento		Ou % de parede/pav. com RPN	
1.9. Exposição a agentes poluentes		S / N	
1.10. Tipo de envolvente		1.11. Acção chuva-vento	
1.12. Proximidade do mar		1.13. Exposição à humidade	
1.14. Caracterização construtiva		1.15. Contactos efectuados (proprietário / projectista / empreiteiro)	
1.16. Notas			

inrau NRAU – NOVO REGIME DE ARRENDAMENTO URBANO
Ficha de avaliação do nível de conservação de edifícios
(Portaria n.º 1192-B/2008, de 3 de Novembro)

Código do terreno: _____ Número da ficha: _____

A. IDENTIFICAÇÃO

Rua/Av./Pç.: _____
 Número: _____ Andar: _____ Localidade: _____ Código postal: _____
 Distrito: _____ Concelho: _____ Freguesia: _____
 Artigo matricial: _____ Fração: _____ Código SIG (facultativo): _____

B. CARACTERIZAÇÃO

N.º de pisos do edifício	N.º de unidades do edifício	Época de construção	Tipologia estrutural	N.º de divisões da unidade	Uso da unidade

C. ANOMALIAS DE ELEMENTOS FUNCIONAIS

Edifício	Anomalias					Não se aplica	Pontuação
	Muito ligeiras	Ligeiras	Médias	Graves	Muito graves		
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)		

ANEXO I
FICHA DE REGISTO DAS CARACTERÍSTICAS

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

LEVANTAMENTO/INQUÉRITO A EDIFÍCIOS

N.º: _____
Data: _____

1. IDENTIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO

1.1. Rua: _____ nº: _____

1.2. CML - Obra n.º: _____ Obs.: _____

1.3. Número de pisos: acima do solo: _____ abaixo do solo: _____ Obs.: _____

1.4. Nome do(s) proprietário(s): _____

1.5. Nome do(s) ocupante(s): _____

3. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO

3.1. Épocas de construção

3.1.1. Da edificação principal: _____

3.1.2. De obras posteriores: _____

3.2. Caracterização construtiva do edifício

3.2.1. Fundações: _____

3.2.2. Estruturas: _____

Nota 3a
(1) Época anterior a 1755
(2) Época portuguesa e árabe - Pós 1755 a meados séc. XIX
(3) Meados do séc. XIX (1850/1870) a 1920/1930
(4) 1930 - 1940
(5) 1940 - 1950
(6) 1950 - 1970
(7) 1970 - 1980
(8) 1980 - 1990
(9) Após 90

Nota 3b
(1) De obras posteriores
(2) De volumes adicionais
(3) De novos anexos
(4) De nova compartimentação
(5) De importantes alterações à construção original
(6) De outras melhorias

Nota 3c
(1) De alvenaria de pedra
(2) De alvenaria de tijolo maciço
(3) De tijolo de boia
(4) De betão armado
(5) De betão armado com reforço metálico
(6) De betão armado com reforço metálico e isolamento térmico

Nota 3d
(1) Parede resistente de alvenaria de pedra
(2) Muro, com elementos estruturais de madeira
(3) Parede de alvenaria de tijolo ou de blocos de betão confinada
(4) Estrutura resistida de betão armado
(5) Estrutura resistida de betão armado com reforço metálico
(6) Estrutura resistida de betão armado com reforço metálico e isolamento térmico

Em cima: adaptado de [36]

Ao meio: adaptado de [37]

Em baixo: adaptado de [38]

Figura 2.11 – Imagens parciais de três fichas de inspeção de outros autores

Capítulo 3

Inspeção e resultados das técnicas de ensaio

3.1. Considerações iniciais

No presente capítulo é feita uma descrição do local inspecionado, as técnicas de ensaio e os seus resultados e por fim a ficha de inspeção proposta/utilizada no Bairro Amarelo em Almada.

3.2. Bairro Amarelo

O Bairro Amarelo está localizado no concelho de Almada e pertence a uma área geográfica de 1300 hectares designada de Plano Integrado de Almada, implementado no decurso das políticas de habitação no governo de Marcelo Caetano, Figura 3.1. Após a criação do Fundo Fomento de Habitação, em 1969, o Bairro tornou-se dependente do então Ministério da Habitação e Obras Públicas em parceria com a Secretaria da Habitação e Urbanismo. Os Planos Integrados tinham como objetivo o reequilíbrio urbanístico, de forma a existir uma diminuição da pressão demográfica sobre Lisboa, que aumentou com os centros industriais na margem Sul do rio, como a Lisnave e a Siderurgia Nacional. O Plano previa a construção de 6000 fogos de carácter social, para um total de 60000 habitantes. O Bairro Amarelo foi projetado entre 1971 e 1983, e devido à conjuntura desse período, marcada pela crise económica que a manutenção da guerra ultramarina custava ao Estado e após 1974 as alterações político-sociais desencadeadas pela revolução, conduziram a uma progressiva redução dos recursos financeiros e técnicos para a concretização do Plano. Por conseguinte, o Plano Integrado de Almada terá sido faseado, sofrendo atrasos contínuos nos projetos urbanísticos para a primeira fase, sendo que a construção efetiva do Bairro Amarelo demorou cerca de dez anos (de 1975 a 1984) [39].



Figura 3.1 – Identificação de do bairro Amarelo no mapa do município de Almada [41]

O Bairro Amarelo é constituído por 8 núcleos, Figura 3.2, sendo que nesta dissertação foram parcialmente inspecionados edifícios dos núcleos 1, 3 e 6. No núcleo 1 foram inspecionados os lotes 3, 7 e 8, Figura 3.3, no núcleo 3 os lotes 23, 24 e 25, Figura 3.4, e no núcleo 6 os lotes 63, 64 e 65, Figura 3.5.

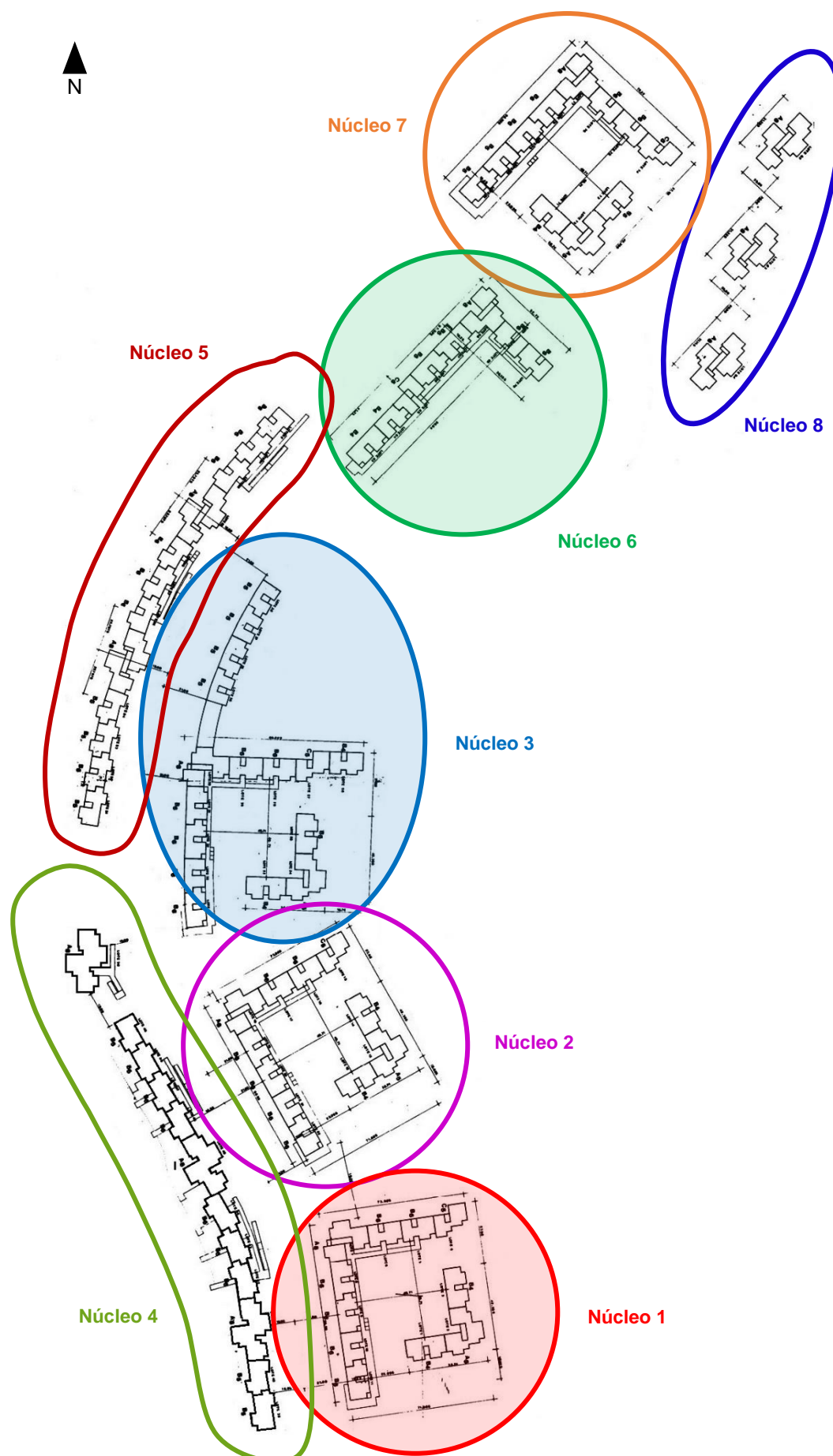


Figura 3.2 – Identificação dos núcleos do Bairro Amarelo

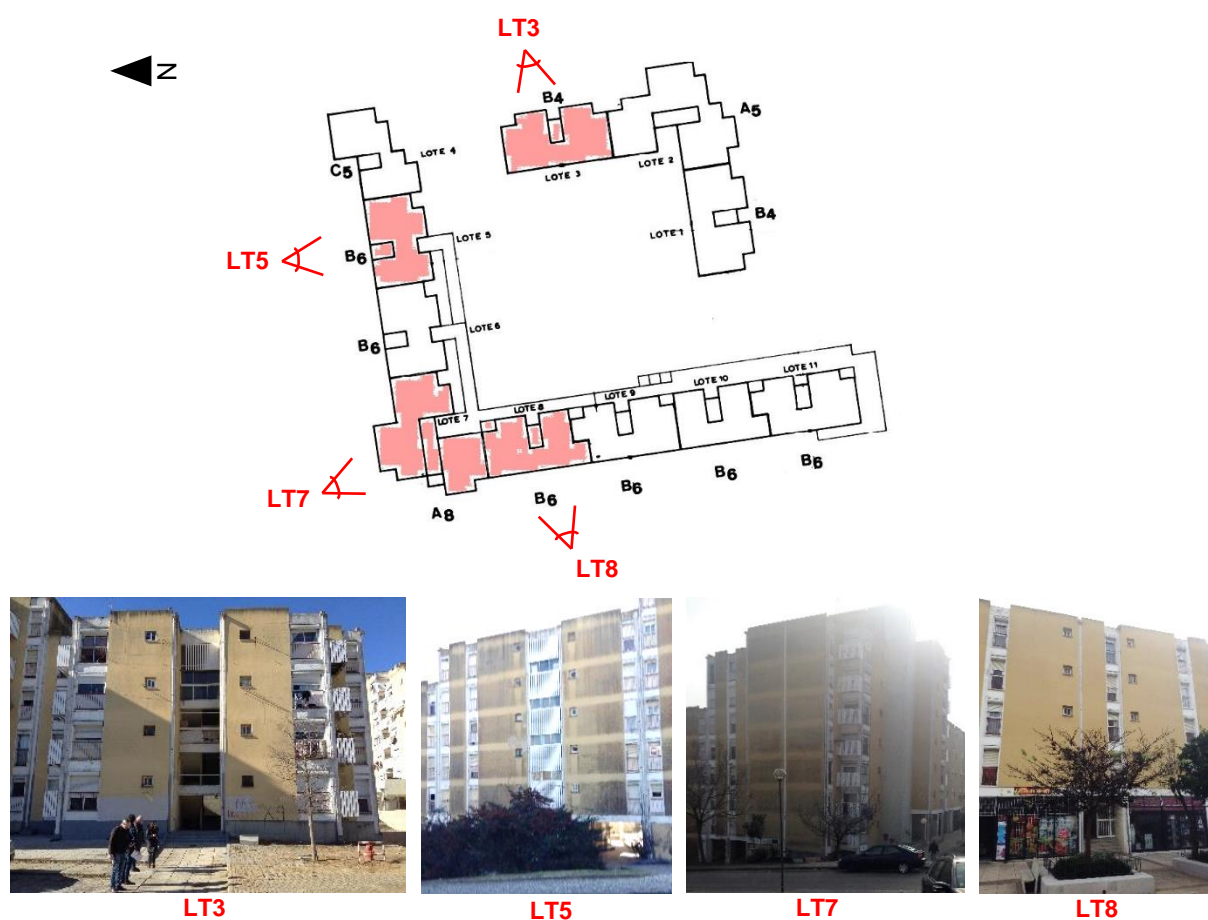


Figura 3.3 – Identificação dos lotes 3, 5, 7 e 8 no núcleo 1

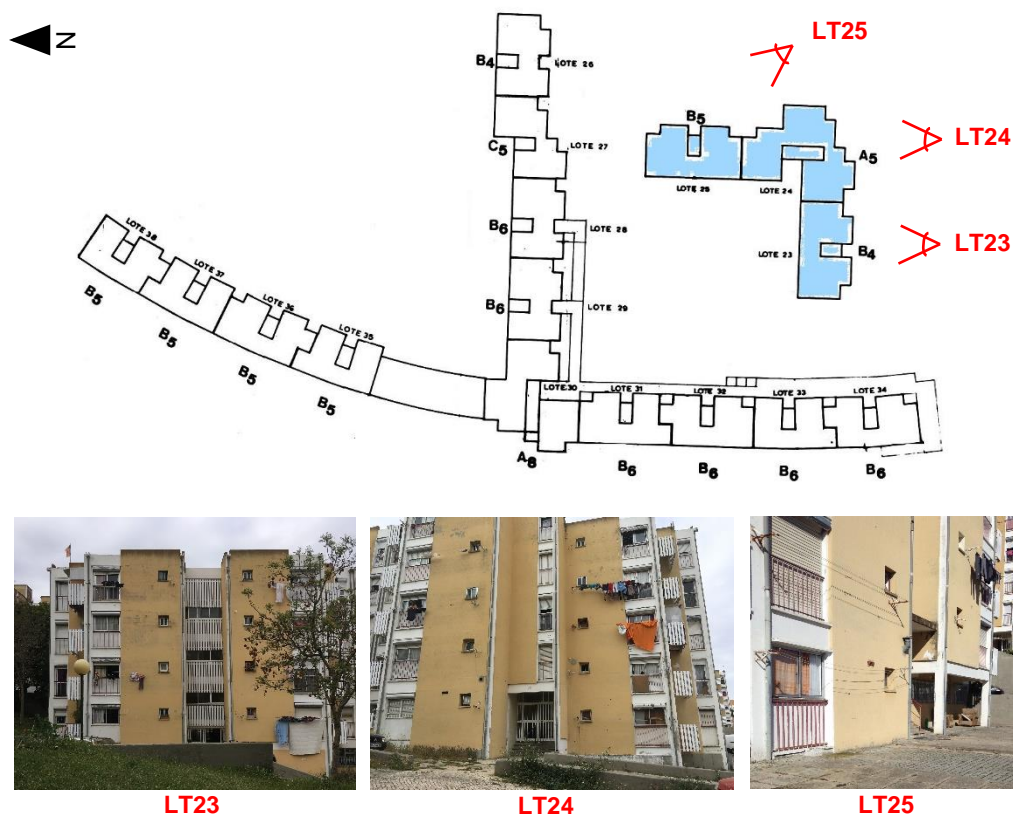


Figura 3.4 – Identificação dos lotes 23, 24 e 25 no núcleo 3

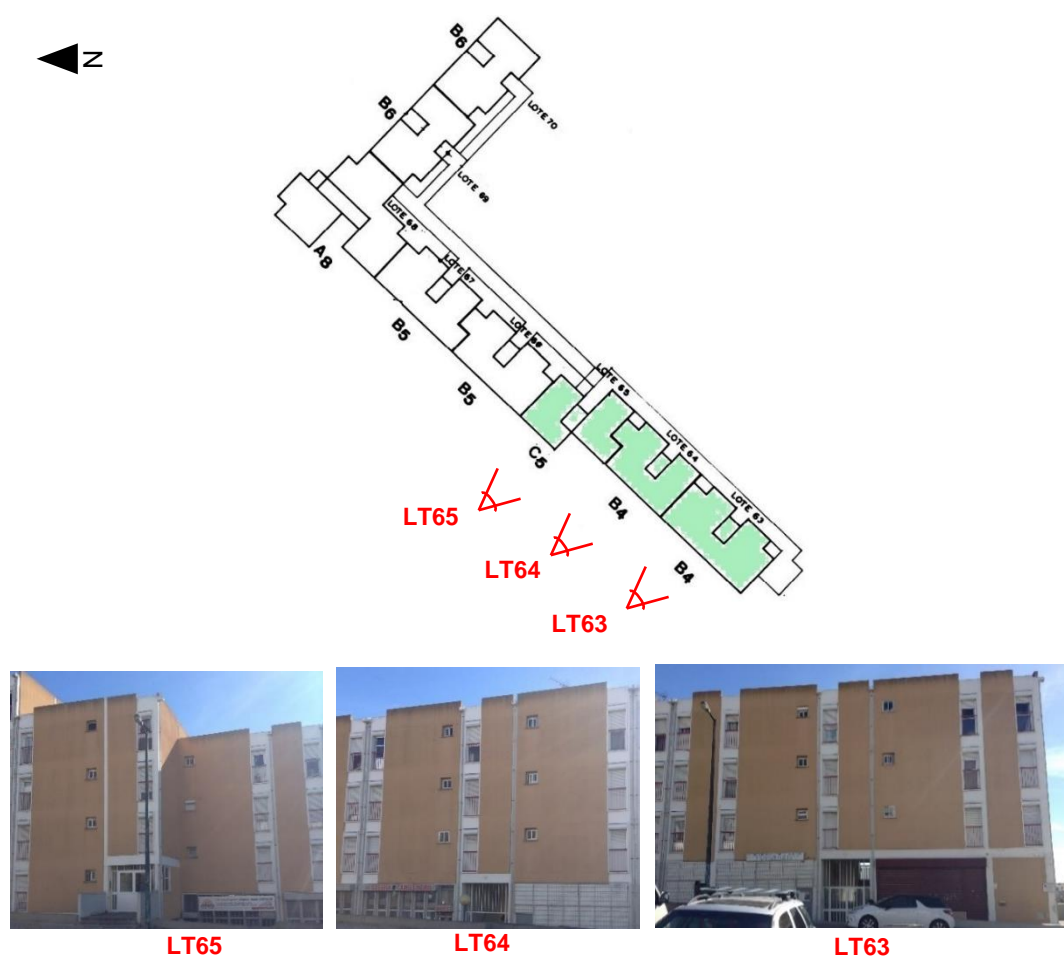


Figura 3.5 – Identificação dos lotes 63, 64 e 65 no núcleo 6

3.3. Identificação dos locais inspecionados

As técnicas de ensaio realizadas in-situ e em laboratório foram executadas sobre pilares, vigas e paredes dos núcleos 1, 3 e 6. Através das Tabela 3.1 a 3.3, é possível identificar os pilares e a vigas de acordo com o lote e núcleo, e pelas Figura 3.6 a 3.8 as plantas onde se encontram.

Tabela 3.1 - Identificação dos elementos do núcleo 1 (lotes 3, 5, 7 e 8)

Núcleo	Lote	Elemento	Identificação
1	3	P1	N1-P1
		P2	N1-P2
	5	V1	N1-Viga
	7	P3	N1-P3
		P4	N1-P4
		P5	N1-P5
		P6	N1-P6
		P7	N1-P7
		Pr1	N1-Pr1
		Pr2	N1-Pr2
	8	P8	N1-P8
		P9	N1-P9
		P10	N1-P10
		P11	N1-P11
		Pr3	N1-Pr3

P – Pilar; V – Viga; Pr – Parede

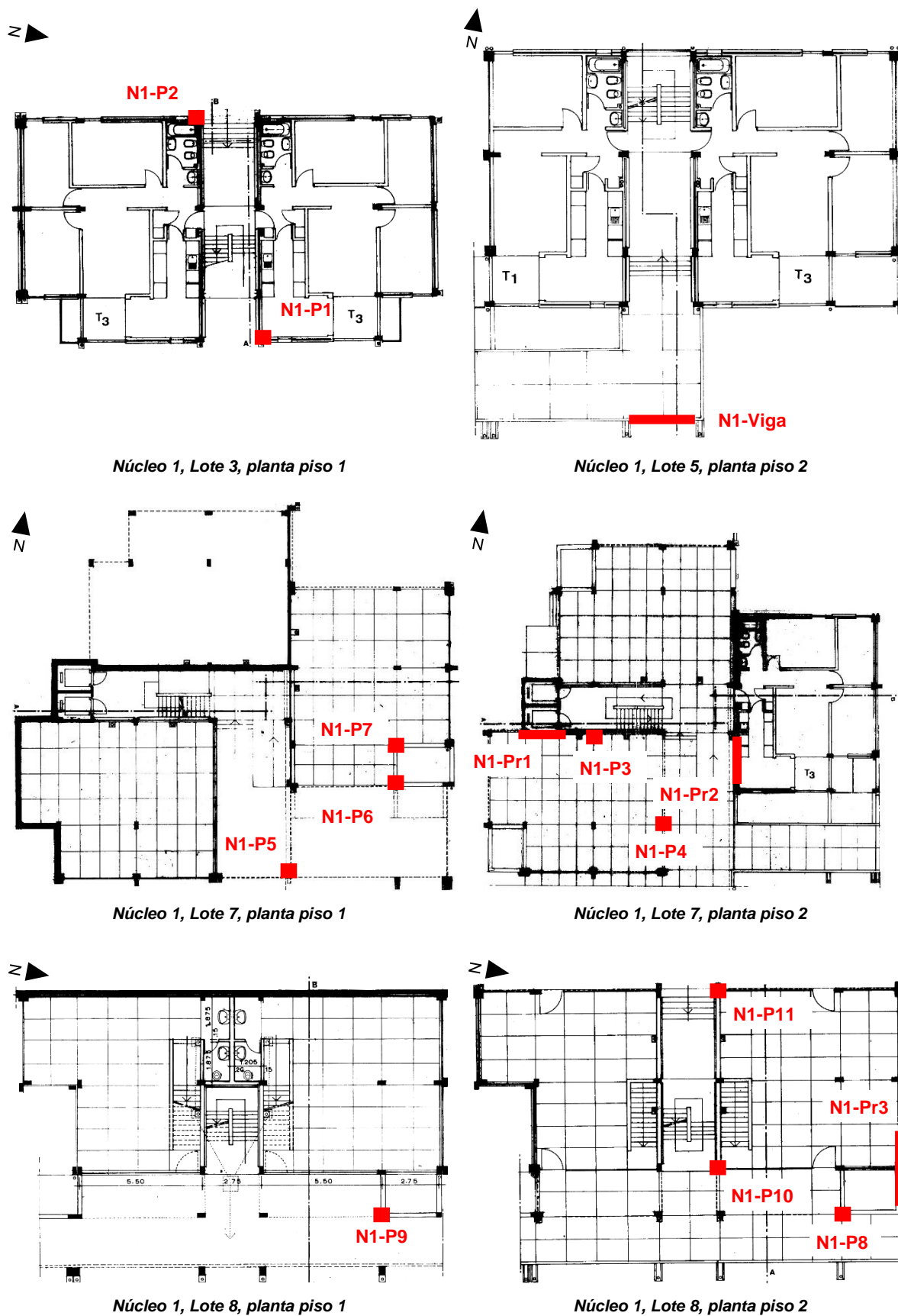
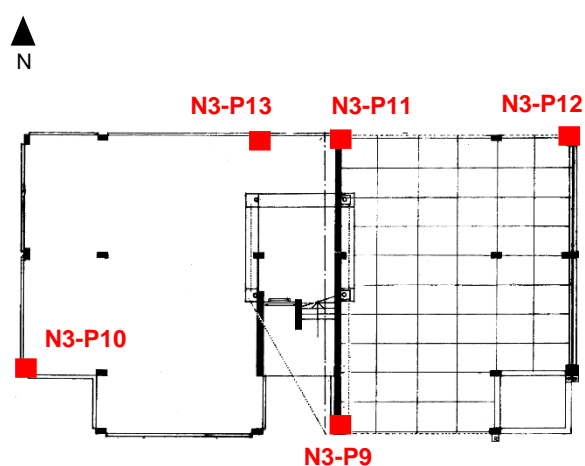


Figura 3.6 – Localização dos elementos inspecionados (núcleo 1)

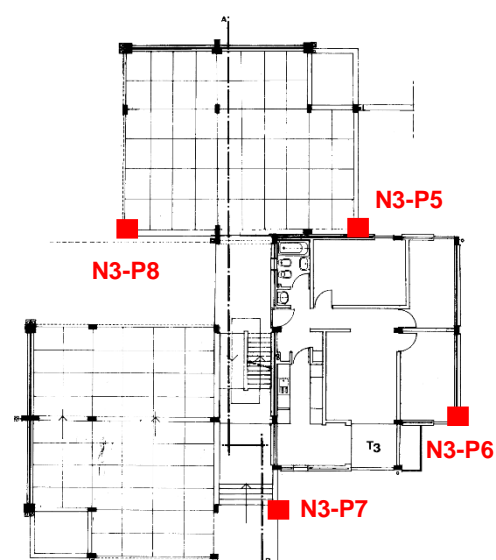
Tabela 3.2 - Identificação dos elementos do núcleo 3 (lotes 23, 24 e 25)

Núcleo	Lote	Elemento	Identificação
3	23	P1	N3-P1
		P2	N3-P2
		P3	N3-P3
		P4	N3-P4
	24	P5	N3-P5
		P6	N3-P6
		P7	N3-P7
		P8	N3-P8
	25	P9	N3-P9
		P10	N3-P10
		P11	N3-P11
		P12	N3-P12
		P13	N3-P13

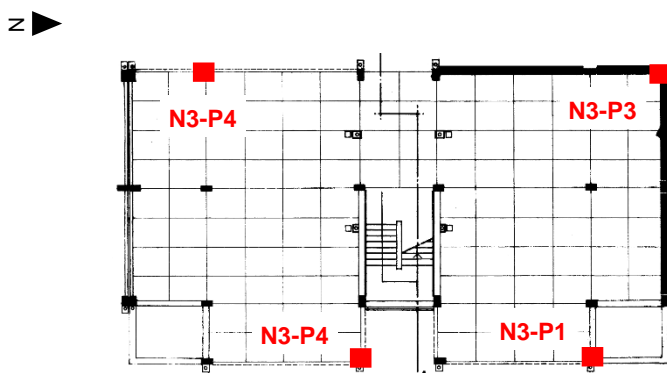
P – Pilar



Núcleo 3, Lote 23, planta piso 1



Núcleo 3, Lote 24, planta piso 1



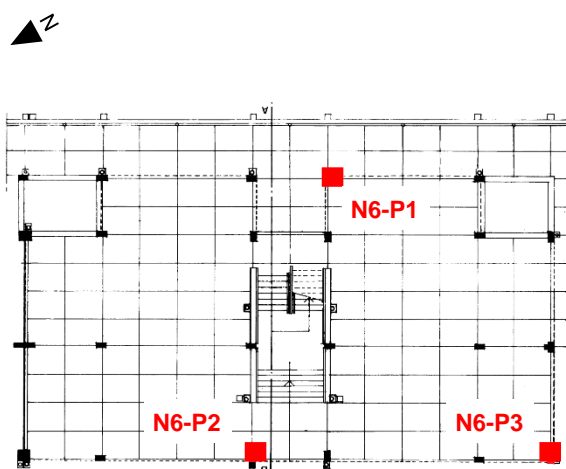
Núcleo 3, Lote 25, planta piso 1

Figura 3.7 – Localização dos elementos inspecionados (núcleo 3)

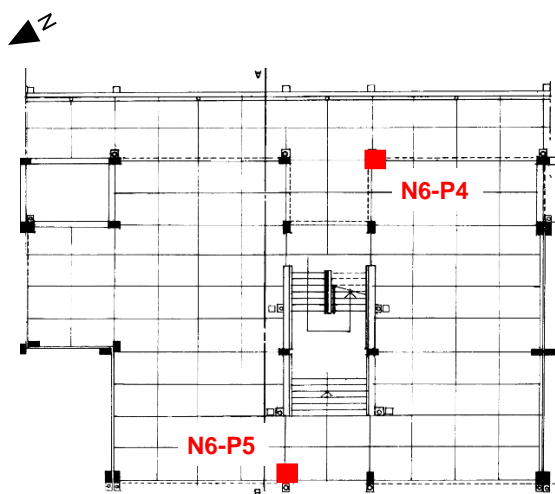
Tabela 3.3 - Identificação dos elementos do núcleo 6 (lotes 63, 64 e 65)

Núcleo	Lote	Elemento	Identificação
6	63	P1	N6-P1
		P2	N6-P2
		P3	N6-P3
	64	P4	N6-P4
		P5	N6-P5
	65	P6	N6-P6
		P7	N6-P7
		P8	N6-P8

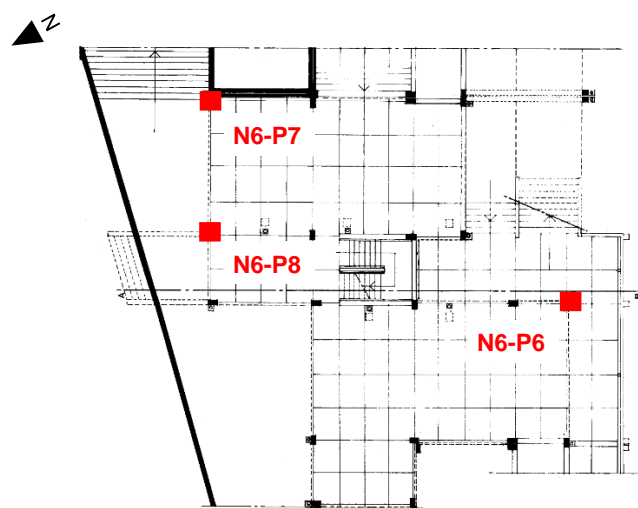
P – Pilar



Núcleo 6, Lote 63, planta piso 1



Núcleo 6, Lote 64, planta piso 1



Núcleo 6, Lote 65, planta piso 1

Figura 3.8 – Localização dos pilares inspecionados (núcleo 6)

3.4. Técnicas de ensaio

Para avaliar o desempenho em serviço dos elementos estruturais dos edifícios de betão armado é necessário analisar as suas características, recorrendo a técnicas de ensaio in-situ e laboratoriais. Compreende-se a importância da utilização de uma metodologia para a avaliação do seu desempenho em vários elementos e, por conseguinte, a utilização correta de várias técnicas de ensaio.

As técnicas de ensaio realizadas in-situ no Bairro Amarelo foram:

- Avaliação da profundidade de carbonatação;
- Ensaio esclerométrico;
- Ensaio de ultrassons em betão armado;
- Ensaio termográfico.

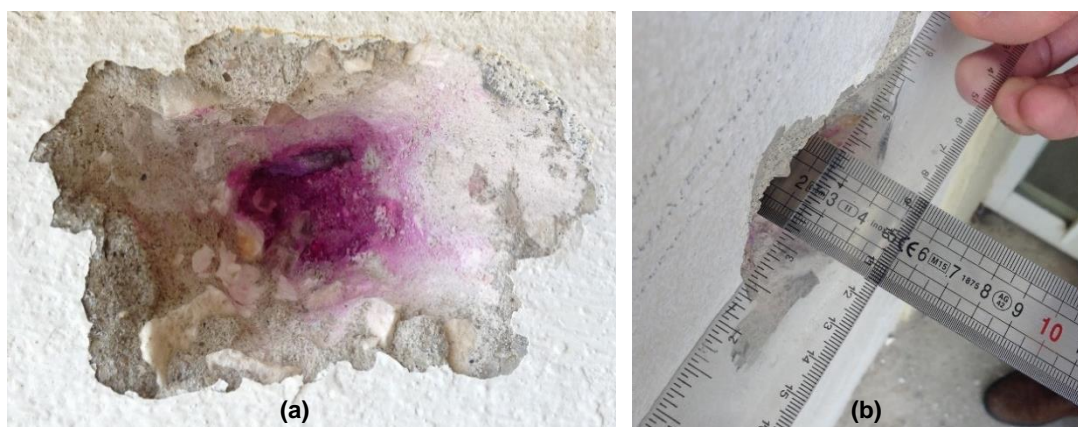
Por seu lado, as técnicas de ensaio realizadas em laboratório foram:

- Avaliação da porosidade aberta e massa volúmica aparente;
- Avaliação da presença de sais.

Nos pontos seguintes são apresentadas as técnicas de ensaio utilizadas no Bairro Amarelo, evidenciando a forma como foram realizadas, bem como os seus resultados.

3.4.1. Avaliação da profundidade de carbonatação

O ensaio para avaliação da profundidade de carbonatação é um dos ensaios in-situ mais importantes que se realizam, de forma a determinar a que distância se encontra a frente carbonatada. Este ensaio é realizado segundo a Especificação LNEC E 391 (aplicada a ensaios laboratoriais). Como os ensaios foram realizados in-situ, a aplicação desta especificação foi adaptada aos termos existentes no local. Na Figura 3.9, é possível verificar o ensaio feito no pilar N6-P2, como exemplo.



(a) aplicação de fenolftaleína num furo; (b) medição da profundidade de carbonatação.

Figura 3.9 – Ensaio para avaliação da profundidade de carbonatação (elemento N6-P2)

Na realização deste ensaio, utilizou-se um martelo pneumático para a abertura dos furos em análise, uma régua para a medição da profundidade de carbonatação e uma solução de fenolftaleína a 0,5% para verificar a tonalidade da cor violeta para a zona ainda não carbonatada.

Este ensaio fez-se em 18 elementos do Bairro Amarelo, como se verifica na Tabela 3.4. Em alguns destes elementos apenas foi possível medir a profundidade de carbonatação, não sendo encontrados os varões dos estribos para a medição do recobrimento, noutros apenas foi possível medir o recobrimento e não a profundidade de carbonatação devido à não coloração violeta aquando da pulverização de fenolftaleína e por fim noutros casos foi possível a medição da profundidade de carbonatação e do recobrimento. Para tal, na Tabela 3.4, verificam-se os resultados de acordo com os elementos em análise.

De acordo com a análise feita aos projetos do Bairro Amarelo, obteve-se a informação do recobrimento de projeto, em que o valor é de 2 cm. Pela Tabela 3.4, verificam-se duas informações, se o recobrimento real corresponde ao recobrimento de projeto e, se a profundidade de carbonatação do elemento analisado é superior ao recobrimento real. De forma simplificada, os elementos são distinguidos por tonalidades diferentes, diferenciando assim os elementos em que a carbonatação é superior a 2 cm e existiu uma medição do recobrimento e os elementos em que a carbonatação é superior a 2 cm e não foi possível medir o recobrimento.

Tabela 3.4 – Resultado do ensaio para a avaliação da profundidade de carbonatação

Núcleo	Lote	Pilar/Viga	Identificação	Profundidade de carbonatação (cm)	Recobrimento real (cm)
N1	3	P1	N1-P1	0,7	2,0
		P2	N1-P2	1,5	-
	7	P3	N1-P3	5,5	2,0
		P5	N1-P5	5,5	3,0
		P6	N1-P6	1,0	-
	8	P10	N1-P10	4,5	-
		P11	N1-P11	2,5	1,0
N3	23	P9	N3-P9	(a)	2,0
		P11	N3-P11	2,5	-
	24	P6	N3-P6	2,5	2,0
		P12	N3-P12	3,0	-
	25	P4	N3-P4	3,0	3,0
N6	63	P2	N6-P2	2,4	-
		P1	N6-P1	(b)	4,0
	64	P5	N6-P5	1,7	-
		P4	N6-P4	1,0	2,6
	65	P7	N6-P7	1,4	-
		P6	N6-P6	1,5	-

	Carbonatação superior a 2 cm com medição do recobrimento
	Carbonatação superior a 2 cm sem medição do recobrimento

(a) Impossibilidade de determinação do valor da profundidade de carbonatação

(b) Valor não medido, devido a excesso de humidade do pilar

3.4.2. Ensaio esclerométrico

O ensaio esclerométrico permite, de forma não destrutiva ou semi-destrutiva, obter a dureza superficial da superfície do elemento a avaliar. As medições deste ensaio são efetuadas em pilares, evitando zonas de descontinuidade ou a menos de 25 mm da margem, tal como indicado na norma NP EN 12504-2 (IPQ, 2003). A utilização desta norma foi adaptada consoante as condições da envolvente. Na Figura 3.10 representa-se o esclerómetro de Schmidt utilizado no bairro amarelo.



Figura 3.10 – Ensaio esclerométrico, com esclerómetro de Schmidt (elemento N3-P9)

No ensaio esclerométrico, e de forma não destrutiva, obtêm-se a dureza superficial dos vários elementos no Bairro Amarelo, e através do índice esclerométrico verifica-se a energia recuperada pelo ressalto da massa do pêndulo do esclerómetro. Após o ensaio obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela II.0.1 do Anexo II. Ao aplicar a norma, foram retiradas as leituras mais elevada e mais baixa de cada elemento e por conseguinte todos os elementos em que mais de 20% das leituras diferiram da mediana em mais de 6 unidades. Desta foram, obtiveram-se os resultados apresentados na Tabela 3.5, onde se verificam os valores médios e desvio padrão de cada elemento neste ensaio, de forma gráfica.

Tabela 3.5 – Resultados finais do ensaio esclerométrico

Núcleo	Lote	Pilar/Viga	Identificação	Valor de índice esclerométrico									Valor médio	Desvio Padrão
				L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9		
N1	L3	P2	N1_P2	45	45	42	42	41	42	47	48	42	42,0	2,4
	L7	P3	N1_P3	31	28	30	26	25	29	34	36	27	29,0	3,4
		P6	N1_P6	49	46	43	48	42	43	50	47	45	46,0	2,7
		P7	N1_P7	38	37	38	35	42	32	32	40	38	38,0	3,2
	L8	P8	N1_P8	40	39	40	41	41	41	39	40	40	40,0	0,7
		P9	N1_P9	45	47	46	44	42	42	44	45	43	44,0	1,6
		P10	N1_P10	37	40	42	44	42	36	43	42	44	42,0	2,7
		P11	N1_P11	42	40	42	46	42	42	43	40	41	42,0	1,7
N3	L23	P1	N3_P1	41	44	38	46	38	44	48	38	43	43,0	3,5
		P2	N3_P2	42	40	42	37	42	42	41	40	40	41,0	1,6
		P4	N3_P4	38	40	39	39	37	40	40	37	37	39,0	1,3
	L24	P5	N3_P5	41	36	39	42	41	40	32	34	39	39,0	3,3
		P6	N3_P6	38	32	40	40	35	39	38	34	37	38,0	2,6
		P7	N3_P7	36	40	38	37	35	35	38	42	36	37,0	2,2
		P8	N3_P8	32	34	30	32	30	32	32	34	34	32,0	1,5
		P9	N3_P9	36	33	44	34	31	38	41	36	35	36,0	3,8
	L25	P10	N3_P10	40	39	38	42	38	41	39	41	37	39,0	1,6
		P11	N3_P11	43	41	42	41	38	41	36	36	41	41,0	2,4
		P12	N3_P12	38	30	31	31	32	30	33	32	30	31,0	2,4
N6	L63	P1	N6_P1	24	30	30	34	28	28	27	30	27	28,0	2,6
		P2	N6_P2	32	34	32	36	32	33	30	33	31	32,0	1,6
		P3	N6_P3	28	28	27	30	31	29	34	30	28	29,0	2,0
	L64	P4	N6_P4	45	49	51	47	47	45	52	55	48	48,0	3,2
		P5	N6_P5	40	44	44	42	42	38	38	41	43	42,0	2,2
	L65	P8	N6_P8	42	42	43	41	42	43	41	44	40	42,0	1,2

3.4.3. Ensaio de ultrassons em betão armado

No ensaio de ultrassons é utilizado o equipamento utilizado é da marca PROCEQ com o modelo Pundit Lab, Figura 3.11a, e para iniciar a realização do mesmo é recomendada a sua calibração. Para tal, recorre-se a uma barra padrão, cujo o tempo de propagação é conhecido, e faz-se coincidir esse valor com a leitura no mostrador do equipamento, Figura 3.11b.

Na realização deste ensaio, foram utilizados dois métodos distintos, sendo que a utilização da norma EN 12504-4 (CEN, 2004) foi adaptada consoante as condições da envolvente. Pelo método direto, os transdutores foram colocados a uma altura h da base do pilar e seguidamente iniciou-se o ensaio. Pelo método indireto, os transdutores foram colocados a uma altura h da base do pilar, e seguidamente, na mesma face do pilar, foram feitas várias medições consoante uma distância d entre transdutores.



(a) equipamento de ultrassons, modelo Pundit Lab, marca PROCEQ; (b) caibração do equipamento, através de barra padrão.

Figura 3.11 – Equipamento utilizado no ensaio de ultrassons (elemento N1-P4)

Para calcular a velocidade aparente de propagação (km/s), é necessário conhecer a distância entre transdutores e o tempo de transição entre os mesmos, através da seguinte expressão:

$$V = \frac{d}{t} [km/s] \quad (3.1)$$

Em que,

d – Distância entre transdutores (mm);

t – Tempo de transição entre transdutores (μs).

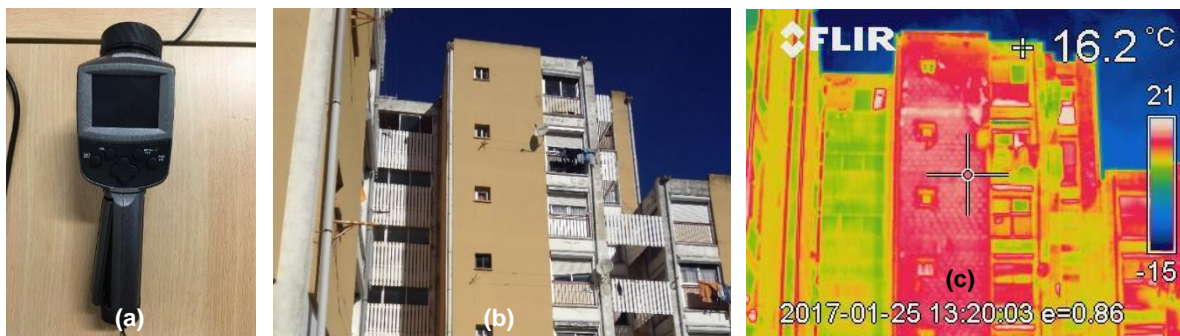
No ensaio de ultrassons em betão armado, o principal objetivo é avaliar o comportamento mecânico do material ensaiado através da determinação da velocidade de propagação das ondas elásticas emitidas por dois transdutores. Estas ondas permitem obter informação sobre as características do elemento, e de uma forma não destrutiva, avaliar a homogeneidade interna do material.

Para este ensaio foram avaliados 4 pilares do núcleo 1, 5 pilares do núcleo 3 e 5 pilares do núcleo 6. Para os pilares do núcleo 1 foi utilizado o método direto, e para os pilares do núcleo 3 e 6 utilizado o método indireto. Para todos os elementos foram feitas quatro leituras para cada altura e para cada distância. Através das Tabela II.0.2 a 0.15, no Anexo II, verificam-se as leituras feitas neste ensaio, e a respetiva média e desvio padrão, e de seguida os valores da velocidade aparente de propagação para cada altura e distância.

3.4.4. Ensaio termográfico

No ensaio termográfico feito ao bairro amarelo, utilizou-se a câmara termográfica da marca FLIR, Figura 3.12a, tornando-se vantajosa em termos da obtenção de resultados rápidos. Pelas Figura 3.12b e 3.12c, verifica-se a aplicação deste ensaio numa das fachadas do lote 7 do núcleo 1.

No capítulo 4 são apresentados os resultados da aplicação deste ensaio, com a demonstração dos termogramas óbitos e consequente discussão.



(a) câmara termográfica utilizada na inspeção ;(b) imagem fotográfica de uma das fachadas do lote 7, núcleo 1;
(b) imagem termográfica de uma das fachadas do lote 7, núcleo 1.

Figura 3.12 – Ensaio termográfico a uma das fachadas do lote 7 do núcleo 1

3.4.5. Avaliação da porosidade aberta e massa volúmica aparente

O ensaio para avaliação da porosidade aberta, foi realizado com amostras retiradas do local inspecionado, de acordo com a norma NP EN 1936-2008.

A preparação deste ensaio inicia com a secagem dos provetes numa estufa ventilada a uma temperatura de 60°, durante 48 horas até atingirem massa constante. Terminado este período, procede-se à pesagem dos provetes, de forma a obter o seu peso seco (m_d), utilizando-se uma balança de precisão 0,0001g, Figura 3.13a. Seguidamente, os provetes são colocados no interior de um exsicador, interligado a uma bomba de vácuo, para a diminuição gradual da pressão, Figura 3.13b.

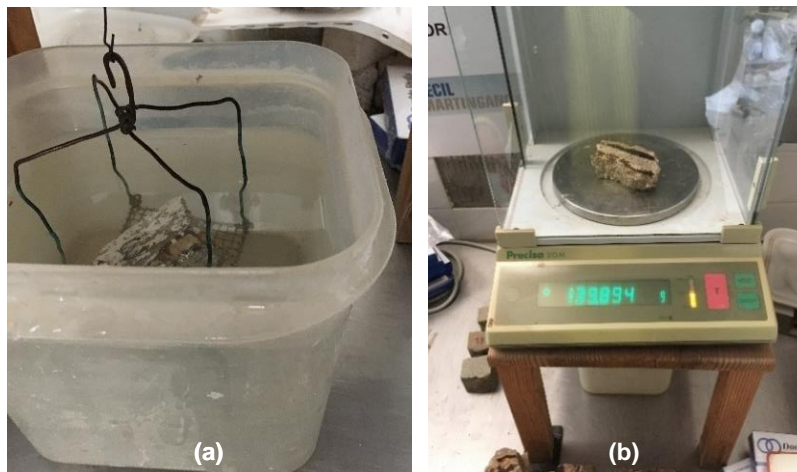


(a) Determinação da massa do provete seco; (b) colocação dos provetes no interior do exsicador.

Figura 3.13 – Determinação da massa do provete seco

Os provetes são mantidos durante 24 horas no interior do exsicador, garantindo que a extração do ar contido nos poros do provete seja totalmente retirado. Após decorridas as 24 horas, introduz-se lentamente água no interior do exsicador até à imersão total dos provetes, numa operação que deve demorar pelo menos 15 minutos. Os provetes são mantidos em imersão total durante 24 horas à mesma pressão. No fim desta operação, a bomba de vácuo é desligada, para que os provetes estejam à pressão atmosférica, por um novo período de 24 horas. Seguidamente, efetua-se a pesagem

hidrostática (m_h), onde os provetes são colocados um a um num dispositivo que se encontra submerso e suspenso numa balança de precisão 0,001g, Figura 3.14a. Por fim, são retirados os provetes da água e, com um pano húmido é eliminada a água em excesso e determina-se a massa dos provetes saturados (m_s), Figura 3.14b.



(a) determinação da massa do provete saturado imerso; (b) determinação da massa do provete saturado.

Figura 3.14 – Determinação das duas massas saturadas

Os valores da porosidade aberta (p_o) são determinados a partir da seguinte expressão:

$$p_o = \frac{m_s - m_d}{m_s - m_h} \times 100 [\%] \quad (3.2)$$

Em que,

m_d – massa do provete seco;

m_h – massa do provete saturado imerso (pesagem hidrostática);

m_s – massa do provete saturado.

Os valores da massa volúmica aparente (ρ_b) são determinados a partir da seguinte expressão:

$$\rho_b = \frac{m_d}{m_s - m_h} \times \rho_{rh} [kg/m^3] \quad (3.3)$$

Em que,

m_d – massa do provete seco;

m_h – massa do provete saturado imerso (pesagem hidrostática);

m_s – massa do provete saturado;

ρ_{rh} – massa volúmica real da água.

No ensaio para a avaliação da porosidade e massa volúmica aparente foram utilizadas 12 amostras retiradas do local, Figura 3.15, as quais pertencem a dois elementos do Bairro Amarelo. No total das amostras, 4 pertencem ao elemento N3-P13 (delimitação de cor azul), e as 8 restantes a o elemento N1-Viga (delimitação de cor rosa).



Figura 3.15 – Amostras retiradas dos elementos N3-P13 e N1-Viga

Na Tabela 3.6, apresentam-se os resultados do ensaio da porosidade aberta e massa volúmica aparente.

Tabela 3.6 – Resultados do ensaio para a avaliação da porosidade aberta e massa volúmica aparente

Núcleo	Lote	Pilar/Viga	Identificação	Amostra	m_d (g)	m_h (g)	m_s (g)	p_o (%)	ρ_b (kg/m ³)
N1	L5	Viga	N1-Viga	A5	127,8	78,4	139,9	19,67	2074,19
				A6	166,0	101,9	179,8	17,69	2126,22
				A7	100,1	61,3	107,8	16,53	2151,51
				A8	119,5	72,9	128,8	16,67	2131,05
				A9	157,1	96,2	170,1	17,61	2122,41
				A10	89,0	54,6	97,1	19,08	2090,81
				A11	89,3	54,7	97,4	18,90	2090,77
				A12	141,8	87,1	153,0	16,93	2148,12
N3	L23	P13	N3-P13	A1	142,0	87,1	152,2	15,70	2176,31
				A2	126,4	77,3	135,8	16,14	2157,07
				A3	145,3	88,9	155,1	14,86	2190,53
				A4	94,0	57,6	99,0	12,15	2267,28

3.4.6. Avaliação da presença de sais

O ensaio para avaliação da presença de sais, foi realizado de acordo com a norma NP EN 196-2:2006 com amostras retiradas do local inspecionado, sendo estas obtidas através da realização da furação no ensaio da avaliação da profundidade de carbonatação. Através de dois ensaios distintos, foi avaliado o teor de cloretos e sulfatos nas mesmas amostras.

Determinação do teor de cloretos

Para a determinação do teor de cloretos numa amostra de cimento, este é tratado com ácido nítrico diluído fervente para o decompor e para eliminar os sulfuretos. O cloreto dissolvido é precipitado utilizando um volume conhecido duma solução padrão de nitrato de prata. Depois da ebulição, o

precipitado é lavado com ácido nítrico diluído e rejeitado. O filtrado e as águas da lavagem são arrefecidas abaixo de 25 °C e o nitrato de prata residual é titulado com uma solução padrão de tiocianato de amónio, utilizando um sal de ferro (III) como indicador. Deste método resulta o teor de cloretos mais brometos e o resultado é expresso em ião cloreto (CL^-).

A preparação deste ensaio inicia com a pesagem a $\pm 0,0005$ g, ($5,00 \pm 0,05$) g de amostra de cimento (m_{26}), Figura 3.16a, e a introdução da mesma num tubo de 200 ml, ao qual foi adicionado 50 ml de água destilada e, com um agitador de vidro é misturado e adicionado 50 ml de ácido nítrico. Esta mistura é aquecida até à ebulição (na “hotte” para as amostras contendo sulfuretos), agitando de tempos a tempos e deixar ferver durante 1min ou 2 min evitando qualquer perda de líquido, Figura 3.16b. De seguida é retirada da fonte de calor e por meio de uma pipeta, é adicionado 5 ml de solução de nitrato de prata à mistura. Posteriormente é colocado novamente na fonte de calor, e deixa-se ferver durante um tempo compreendido entre 1 min a 2 min. Seguidamente, e através de um papel de filtro grosso, anteriormente lavado com ácido nítrico, a mistura é filtrada para um erlenmeyer de 500 ml, Figura 3.16c. De seguida lava-se o tubo, o agitador de vidro e o papel de filtro com ácido nítrico até que o volume do filtrado e das águas da lavagem sejam aproximadamente de 200 ml e deixa-se arrefecer abaixo dos 25 °C. Depois é efetuada a titulação, Figura 3.16d, onde é adicionada até 5 ml de solução de indicador (10 ml de ácido nítrico adicionado a 100 ml de uma solução aquosa saturada fria de sulfato de amónio e ferro (III)) e titula-se com a solução de tiocianato de amónio, agitando vigorosamente até que uma gota desta solução produza uma coloração fraca que não desapareça com a agitação, Figura 3.16e. É anotado o volume de solução de tiocianato de amónio utilizado na titulação (V_{17}). É efetuada a mesma operação sem a amostra de cimento e anota-se o volume da solução de tiocianato de amónio utilizado para a titulação do branco (V_{18}), Figura 3.16f.

O teor de cloretos (CL^-) é calculado a partir da seguinte fórmula:

$$CL^- = \frac{1,773 \times 5 (V_{18} - V_{17})}{100 \times V_{18} \times m_{26}} \times 100 = 0,8865 \frac{(V_{18} - V_{17})}{V_{18} \times m_{26}} [\%] \quad (3.3)$$

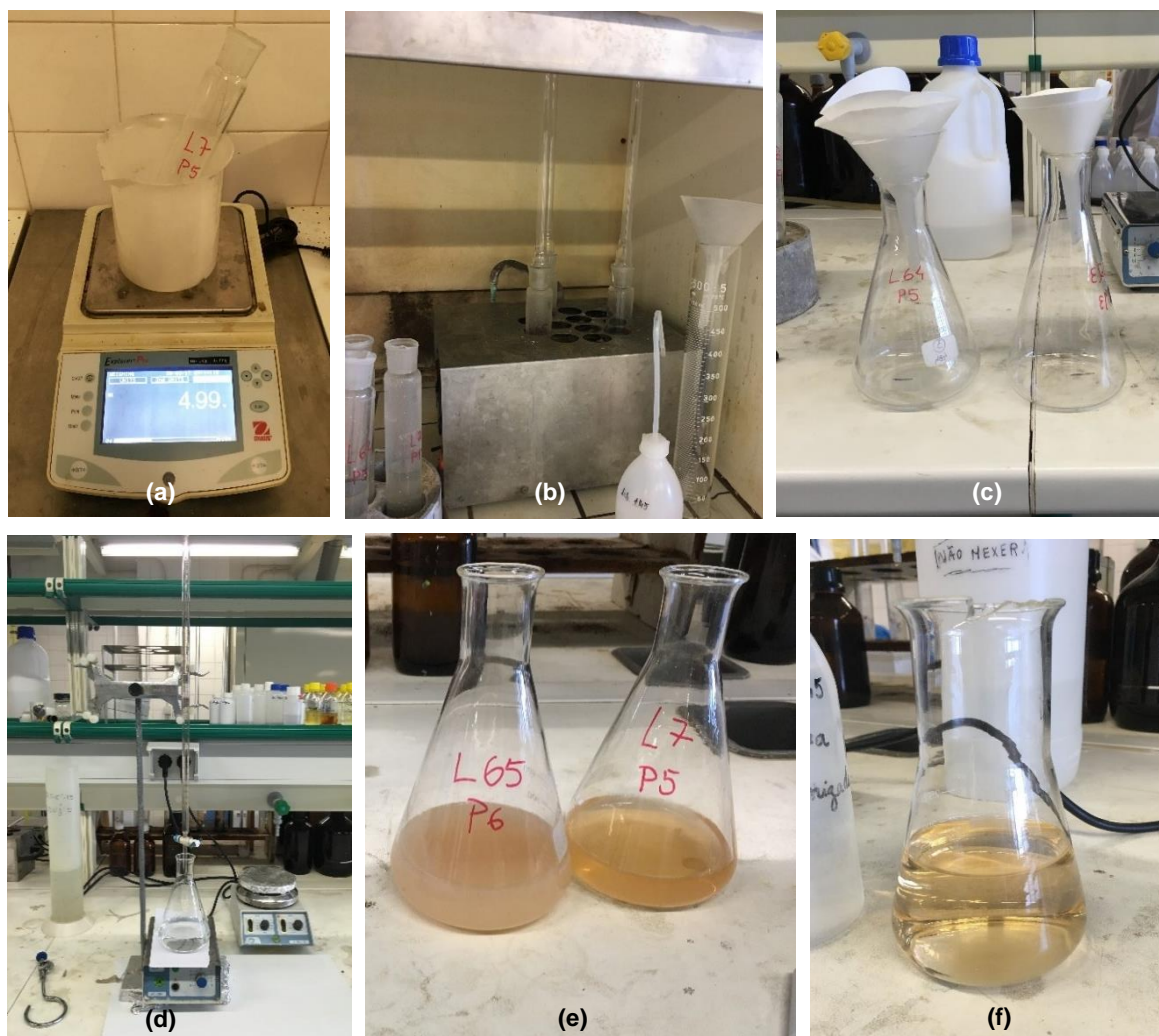
Em que,

m_{26} – é a massa da toma de ensaio de cimento;

V_{17} – é o volume da solução de tiocianato de amónio necessário para a titulação da solução de ensaio;

V_{18} – é o volume da solução de tiocianato de amónio necessário para a titulação do branco.

Pela Tabela 3.7, verificam-se os resultados do ensaio da avaliação da presença de cloretos sobre amostras retiradas de vários elementos do Bairro Amarelo.



(a) Pesagem da amostra de cimento; (b) amostra é aquecida até à ebulição, dentro da “hotte”; (c) amostra é filtrada para um erlenmeyer de 500 ml; (d) execução da titulação; (e) resultado da titulação feita a cada amostra, sem que a coloração desapareça; (f) execução da titulação sem amostra de cimento.

Figura 3.16 – Ensaio para a avaliação da presença de iões cloreto em amostras de cimento.

Tabela 3.7 – Resultados do ensaio para avaliação da presença de cloretos

Núcleo	Lote	Pilar/Viga	Identificação	m_{26} (g)	V_{17} (ml)	V_{18} (ml)	CL^- (%)
N1	L7	P5	N1-P5	4,99	0,70	6,70	0,159
	L5	Viga	N1-Viga	5,00	4,70	6,70	0,053
N3	L23	P9	N3-P9	1,99	5,60	6,70	0,073
		P11	N3-P11	5,01	5,20	6,70	0,040
		P12	N3-P12	2,02	5,40	6,70	0,085
		P13	N3-P13	5,01	4,00	6,70	0,071
	L24	P6	N3-P6	5,00	5,30	6,70	0,037
N6	L63	P1	N6-P1	2,02	5,90	6,70	0,052
		P2	N6-P2	5,00	5,00	6,70	0,045
	L64	P4	N6-P4	5,00	4,70	6,70	0,053
		P5	N6-P5	4,99	5,40	6,70	0,034
	L65	P6	N6-P6	5,00	4,90	6,70	0,048

Determinação do teor de sulfatos

Para a determinação do teor de sulfatos numa amostra de cimento, os iões sulfato são postos em solução por ataque clorídrico do cimento e são precipitados entre Ph 1,0 e 1,5 por uma solução de cloreto de bário, sendo a precipitação realizada na ebulição. A dosagem é em seguida efetuada por gravimetria e o ião sulfato expresso em SO_3 .

A preparação deste ensaio inicia com a pesagem a $\pm 0,0005$ g, $(1,00 \pm 0,05)$ g de amostra de cimento (m_9) e a introdução da mesma num erlenmeyer 500 ml, ao qual foi adicionado 90 ml de água destilada fria. De seguida é adicionado 10 ml de ácido clorídrico concentrado, enquanto se agita vigorosamente a mistura. Depois a solução é aquecida devagar e é esmagada a amostra com a extremidade plana dum agitador de vidro até à desagregação completa do cimento, sendo aquecida a uma temperatura mesmo abaixo da ebulição durante 15 min.

Seguidamente a solução é filtrada num papel de filtro médio, para um copo de 400 ml, e é lavada completamente com água destilada quente, Figura 3.17a.

De seguida o volume é levado até cerca de 250 ml, sendo primeiramente necessário levar a solução a pH compreendido entre 1,0 e 1,5 por meio de ácido clorídrico ou hidróxido de amónio, Figura 3.17b.

Seguidamente a solução é levada à ebulição e é mantida durante 5 min, Figura 3.17c, sendo necessário verificar se esta se mantém límpida, caso contrário recomeça-se o ensaio.

Posteriormente é colocada gota a gota, e agitando vigorosamente e sem parar a ebulição, 10 ml da solução de cloreto de bário. A solução é mantida mesmo abaixo do ponto de ebulição durante 30 min, pelo menos, assegurando que o volume se mantém entre 225 ml e 250 ml, e é deixada repousar a solução durante 12h a 24h antes da filtração.

O precipitado é filtrado num papel de filtro fino, Figura 3.17d, e é lavado completamente com água a ferver até ao desaparecimento dos iões CL^- , Figura 3.17e. Por fim é feita a calcinação a (950 ± 25) °C até massa constante (m_{10}).

O teor de sulfato (SO_3) é calculado a partir da seguinte fórmula:

$$SO_3 = \frac{m_{10} \times 0,343 \times 100}{m_9} = 34,3 \times \frac{m_{10}}{m_9} [\%] \quad (3.3)$$

Em que,

m_9 – é a massa da toma para ensaio de cimento (g)

m_{10} – é a massa de sulfato de bário (g)

Pela Tabela 3.8, verificam-se os resultados do ensaio da avaliação da presença de sulfatos sobre amostras retiradas de vários elementos do Bairro Amarelo.



(a) Filtração da solução para um erlenmeyer; (b) acerto do pH da solução através de um medidor de pH; (c) solução é levada à ebulição e mantida durante 5 min; (d) solução é filtrada através de um papel de filtro fino e lavado com água a ferver; (e) resultado da filtração.

Figura 3.17 – Ensaio para a avaliação da presença de íons sulfato em amostras de cimento

Tabela 3.8 – Resultados do ensaio para avaliação da presença de sulfatos

Núcleo	Lote	Pilar/Viga	Identificação	m_9 (g)	m_{10} (g)	SO_3 (%)
N1	L7	P5	N1-P5	1,01	0,047	1,587
	L5	Viga	N1-Viga	1,00	0,005	0,184
N3	L23	P9	N3-P9	1,00	0,005	0,176
		P11	N3-P11	1,01	0,007	0,224
		P12	N3-P12	1,00	0,010	0,360
		P13	N3-P13	1,00	0,007	0,246
	L24	P6	N3-P6	1,01	0,004	0,136
N6	L63	P1	N6-P1	1,01	0,010	0,341
		P2	N6-P2	1,00	0,019	0,647
	L64	P4	N6-P4	1,01	0,018	0,612
		P5	N6-P5	1,02	0,003	0,094
	L65	P6	N6-P6	1,00	0,012	0,412

3.5. Ficha de Inspeção

A ficha de inspeção criada para avaliar o espaço a inspecionar tem como objetivo principal recolher a maior quantidade de informação sobre o edifício, recorrendo à sua análise visual. Pela Figura 3.18, é possível verificar a ficha de inspeção criada, a qual é composta por quatro divisões, sendo elas a identificação da ficha de inspeção, a caracterização do edifício inspecionado, caracterização da zona a inspecionar – “Zona Privada” e a caracterização da zona a inspecionar – “Zona Comum”.

De forma a complementar a informação sobre a ficha de inspeção, foi criada também, uma ficha de anomalia, onde são descritas características sobre as anomalias encontradas nos edifícios inspecionados. A cada ficha de inspeção estão associadas várias fichas de anomalias como se pode ver na Figura 3.18.

Ficha de Inspeção	FI_1	Data da Inspeção	
Responsável da inspeção -	Margarida Cassiano		
Objectivo da inspeção -	Inspeção para dissertação de mestrado		

Identificação da ficha de inspeção

1. Edifício (Ano de Construção -)	(Localização do edifício no mapa)
1.1 Localização - Rua	
1.2 Caracterização Construtiva -	
1.3 Área de implantação -	
1.4 Nº de frações no edifício -	
1.5 Nº de pisos acima do solo -	
1.6 Área da “fachada” -	
1.7 Observações -	

Caracterização do edifício inspecionado

2. Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Privada”							
2.1 Nº de pisos	0						
2.2 Número de divisões -	0						
2.3 Área bruta da fração (m²2)	0						
2.4 Caracterização Construtiva							
2.4.1 Tipologia das paredes interiores -	0						
2.4.2 Revestimento das paredes -	0						
2.4.3 Revestimento do pavimento -	0						
2.4.4 Tipo de caixilharia das janelas -	0						
2.5 Anomalias -	Ficha de Anomalia	FA-ZP_1	FA-ZP_2	...	...	...	FA-ZP_n

Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Privada”

3. Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Comum” (ZC)							
3.1 Exterior - Cobertura							
3.1.1 Estrutura de suporte -	0						
3.1.2 Tipo de revestimento da cobertura inclinada	0						
3.1.3 Tipo de revestimento da cobertura plana	0						
3.1.4 Anomalias	Ficha de Anomalia	FA-ZC_1	FA_2	...	...	...	FA_n
3.2 Exterior - Fachada (EF)							
3.2.1 Tipo de fundação -	0						
3.2.2 Elementos verticais de suporte -	0						
3.2.3 Tipo de pavimento	0						
3.2.4 Tipologia das paredes exteriores -	0						
3.2.5 Revestimento da fachada -	0						
3.2.6 Anomalias	Ficha de Anomalia	FA-ZC_1	FA_2	...	...	...	FA_n
3.3 Interior - Entrada							
3.3.1 Revestimento das paredes -	0						
3.3.2 Revestimento do pavimento -	0						
3.3.3 Anomalias -	Ficha de Anomalia	FA-ZC_1	FA_2	...	...	...	FA_n
3.4 Interior - Escadas							
3.4.1 Estrutura de suporte -	0						
3.4.2 Anomalias -	Ficha de Anomalia	FA-ZC_1	FA_2	...	...	...	FA_n
3.5 Interior - Elevadores							
3.5.1 Anomalias -	Ficha de Anomalia	FA-ZC_1	FA_2	...	...	...	FA_n

Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Comum”

Figura 3.18 – Modelo da ficha de inspeção

Através da Figura 3.19 é possível verificar a ficha de anomalia criada para complementar a informação sobre o edifício. Nas Tabela III.0.1 a III.0.19, verificam-se as fichas de inspeção e anomalia de acordo com a inspeção feita no Bairro Amarelo.

Ficha de Anomalia		Ficha de Inspeção		Data da Inspeção	
Responsável da inspeção -	Margarida Cassiano				
Objectivo da inspeção -	Inspeção para dissertação de mestrado				

Identificação da ficha de anomalia

1. Identificação da anomalia - Pavimento / Parede	

2. Identificação da anomalia	
(Planta com identificação da localização da anomalia)	(Fotografia da anomalia)

3. Descrição da anomalia	

4. Causas prováveis	

5. Consequências possíveis	

5. Nível de urgência na intervenção da anomalia			
1	2	3	4

Caracterização da anomalia

Figura 3.19 – Modelo da ficha de anomalia

Capítulo 4

Análise e discussão de resultados

4.1. Considerações iniciais

No presente capítulo são apresentados os resultados gráficos das técnicas de ensaio utilizadas e várias figuras complementares para a sua discussão. Por fim, são apresentadas propostas de reabilitação para os vários elementos primários analisados na inspeção feita.

4.2. Discussão de resultados

Nesta secção são mostrados os resultados gráficos das técnicas de ensaio utilizadas nos vários núcleos do Bairro Amarelo, bem como a sua discussão.

A Tabela 4.1 estão identificados e selecionados os elementos correspondentes à técnica de ensaio sobre a qual foram executados.

Tabela 4.1 – Identificação dos elementos consoante a técnica de ensaio utilizada

Técnica de ensaio	Identificação do elemento																							
	N1-P1	N1-P2	N1-Viga	N1-P3	N1-P4	N1-P5	N1-P6	N1-P7	N1-Pr1	N1-Pr2	N1-P8	N1-P9	N1-P10	N1-P11	N1-Pr3	N3-P1	N3-P2	N3-P3	N3-P4	N3-P5	N3-P6	N3-P7	N3-P8	N3-P9
Ca	x	x		x		x	x						x	x					x		x			x
Es	x	x		x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Us					x			x			x	x							x		x		x	x
Te									x	x	x				x									
Pa			x																					
Sa			x			x															x		x	x

Ca – Avaliação da profundidade de carbonatação; Es – Ensaio esclerométrico;

Us – Ensaio de ultrassons; Te – Ensaio termográfico;

Pa – Avaliação da porosidade aberta e massa volumica; Sa – Avaliação de presença de sais.

4.2.1. Avaliação da profundidade de carbonatação

No ensaio para avaliar a profundidade de carbonatação, os resultados obtidos observam-se na Figura 4.1, onde cada elemento inspecionado apresenta dois valores relativos à profundidade de carbonatação (barra azul) e recobrimento real (barra laranja). Na figura está representado o valor de recobrimento de projeto, 2cm (linha verde).

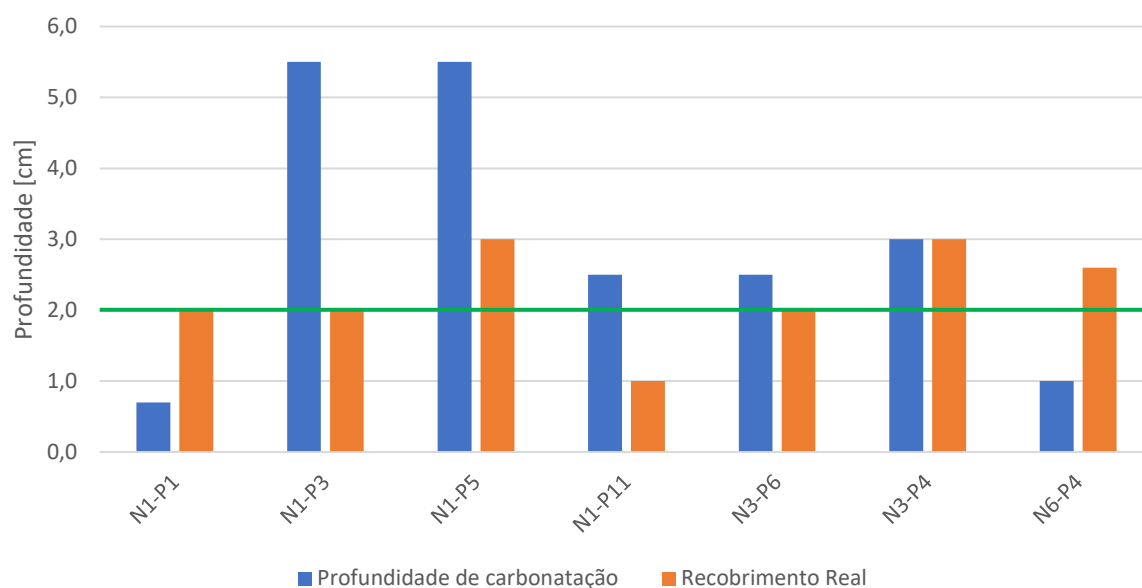


Figura 4.1 – Ensaio para a avaliação da profundidade de carbonatação

Neste ensaio, verifica-se que mais de 50% dos elementos avaliados encontram-se com uma profundidade de carbonatação superior, tanto ao valor do recobrimento real, bem como ao valor do recobrimento de projeto, independentemente da possibilidade de medir o recobrimento real ou não.

Nos resultados deste ensaio, verifica-se que os elementos N1-P3 e N1-P5 têm a maior profundidade de carbonatação com 5,5cm de profundidade.

Verifica-se que, no núcleo 1 existe o maior número de elementos com a profundidade de carbonatação superior a 2cm, nos quais foi possível a medição do recobrimento. No núcleo 3, praticamente todos os elementos verificados se encontram com a profundidade de carbonatação superior a 2cm. No núcleo 6, verifica-se que a maior parte dos elementos não se encontra com a profundidade de carbonatação superior a 2cm, ou seja, as armaduras ainda se encontram protegidas.

Pela Figura 4.1, verifica-se que praticamente todos os elementos apresentam uma profundidade de carbonatação superior ou igual ao recobrimento real, sendo eles os elementos N1-P3, N1-P5, N1-P11, N3-P6, N3-P4. Desta forma, certifica-se que as armaduras já não se encontram protegidas pelo betão. Outras das conclusões retiradas da avaliação da profundidade de carbonatação é a verificação de apenas três elementos apresentarem o recobrimento de projeto. Desta forma, conclui-se que ocorreram erros na fase de execução deste projeto, não existindo conformidade entre o que foi projetado e o que efetivamente foi executado, ou por má interpretação do projeto.

4.2.2. Ensaio esclerométrico

Na Figura 4.2, apresentam-se os resultados do ensaio esclerométrico, onde são indicados os valores médios do índice esclerométrico dos vários elementos.

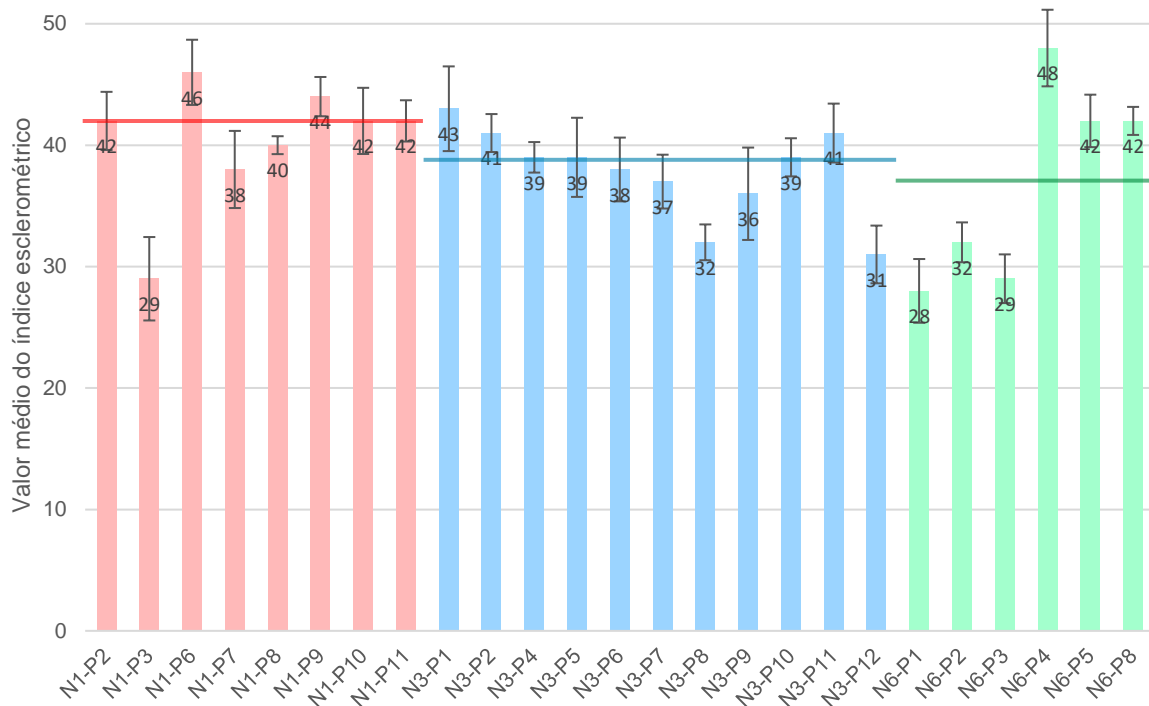


Figura 4.2 – Resultado do ensaio esclerométrico

Na Figura 4.2 estão representados os elementos do núcleo 1 (barra rosa), do núcleo 3 (barra azul) e núcleo 6 (barra verde). Por cada núcleo estão indicados o valor médio do índice esclerométrico através de uma barra com a cor correspondente. O valor médio esclerométrico do núcleo 1 é de 42, do núcleo 3 é de 39, e do núcleo 6 de 37. Ao analisar todos os elementos deste ensaio, verifica-se que o maior valor do índice esclerométrico pertence ao elemento N6-P4 e tem o valor de 48, por outro lado, o menor valor do índice esclerométrico é do elemento N6-P1 e tem o valor de 28.

Verifica-se que o elemento N1-P3 apresenta um valor de índice esclerométrico baixo, e de acordo com o ensaio da avaliação da profundidade de carbonatação, este elemento apresenta uma vulnerabilidade relativa à proteção das armaduras. O elemento apresenta uma diminuição da sua dureza comparativamente com os restantes.

4.2.3. Ensaio de ultrassons em betão armado

As figuras utilizadas para indicar os resultados obtidos no ensaio de ultrassons em betão armado mostram, no lado esquerdo uma representação do pilar ensaiado e, no seu lado direito um gráfico com a velocidade aparente de propagação obtida em cada ensaio. No método direto, Figura 4.3 a 4.6, o pilar representativo indica as dimensões do pilar e a distância entre transdutores e as várias alturas de cada ensaio. No método indireto, Figura 4.7 a 4.16, o pilar representativo indica, as várias distâncias entre transdutores e as várias alturas de cada ensaio.

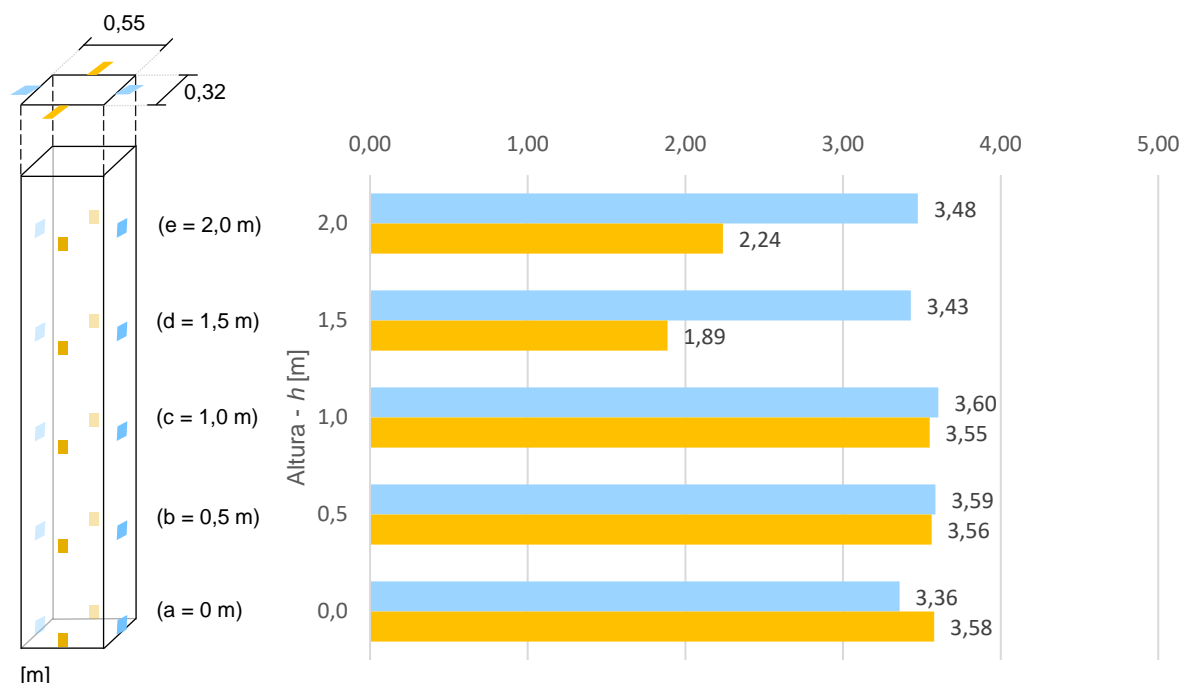


Figura 4.3 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N1-P4)

Na Figura 4.3 verifica-se que, não existem diferenças significativas entre as várias alturas analisadas para a espessura de 0,55m. Por outro lado, quando analisada a espessura de 0,32m, verifica-se que em quase todas as alturas estudadas o valor da velocidade aparente de propagação é semelhante ao valor estudado na espessura de 0,55m. Na espessura de 0,32m, nas alturas de 1,5m e 2m, os valores da velocidade são inferiores aos obtidos nas restantes leituras, ou seja, a alteração do resultado deve-se à presença de alguma fenda ou armadura. Considerando os resultados obtidos para a espessura de 0,55m verifica-se que a velocidade aparente de propagação média é de 3,48km/s e para a espessura de 0,32m é de 3,55km/s.

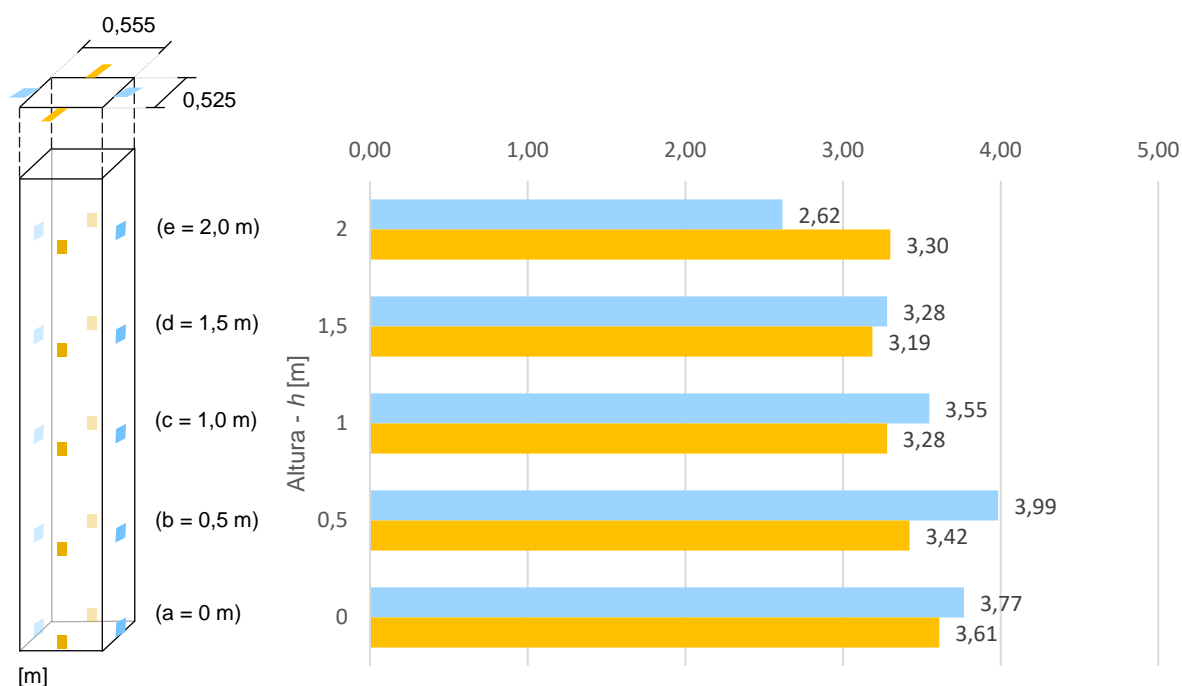


Figura 4.4 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N1-P7)

Pela Figura 4.4 verifica-se que, no geral não existem diferenças significativas entre as várias alturas e espessuras analisadas. Analisa-se que existe uma ligeira diminuição da velocidade aparente de propagação com o aumento da altura, podendo ser explicado por a presença de uma fenda ao longo da altura do pilar. Considerando os resultados obtidos para a espessura de 0,555m verifica-se que a velocidade aparente de propagação média é de 3,55km/s e para a espessura de 0,525m é de 3,30km/s.

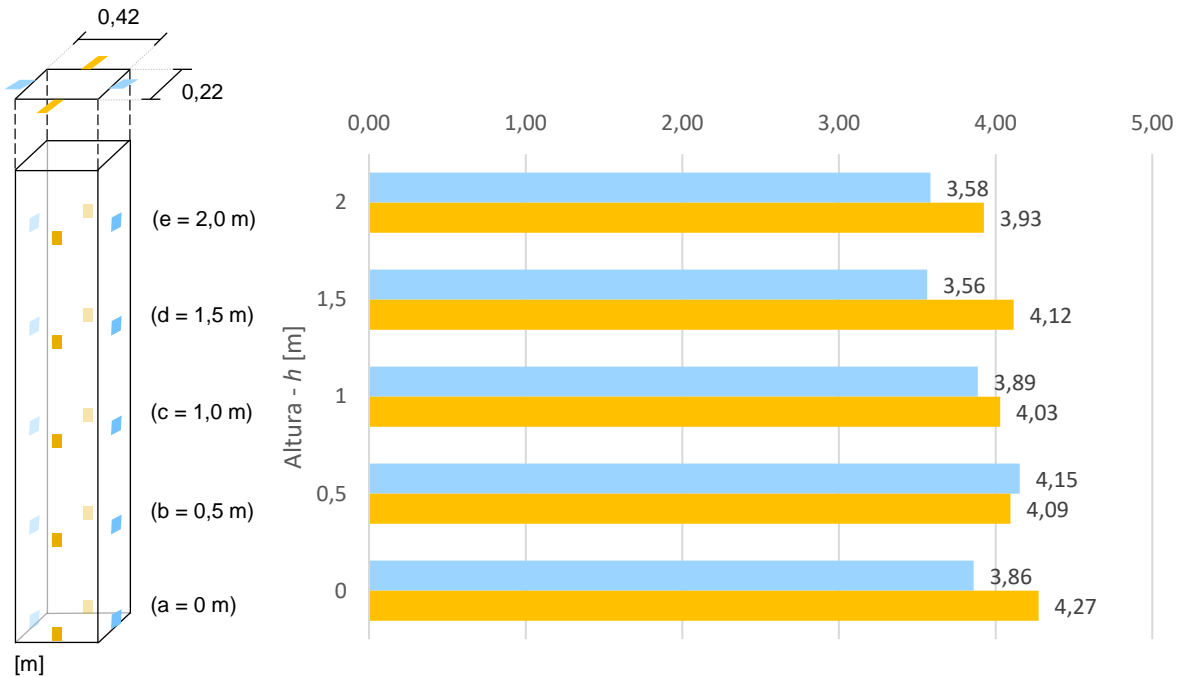


Figura 4.5 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N1-P9)

Na Figura 4.5 certifica-se que, os valores, tanto na espessura de 0,52m e 0,32m, se encontram com valores muito semelhantes. Considerando os resultados obtidos para a espessura de 0,42m verifica-se que a velocidade aparente de propagação média é de 3,86km/s e para a espessura de 0,22m é de 4,09km/s.

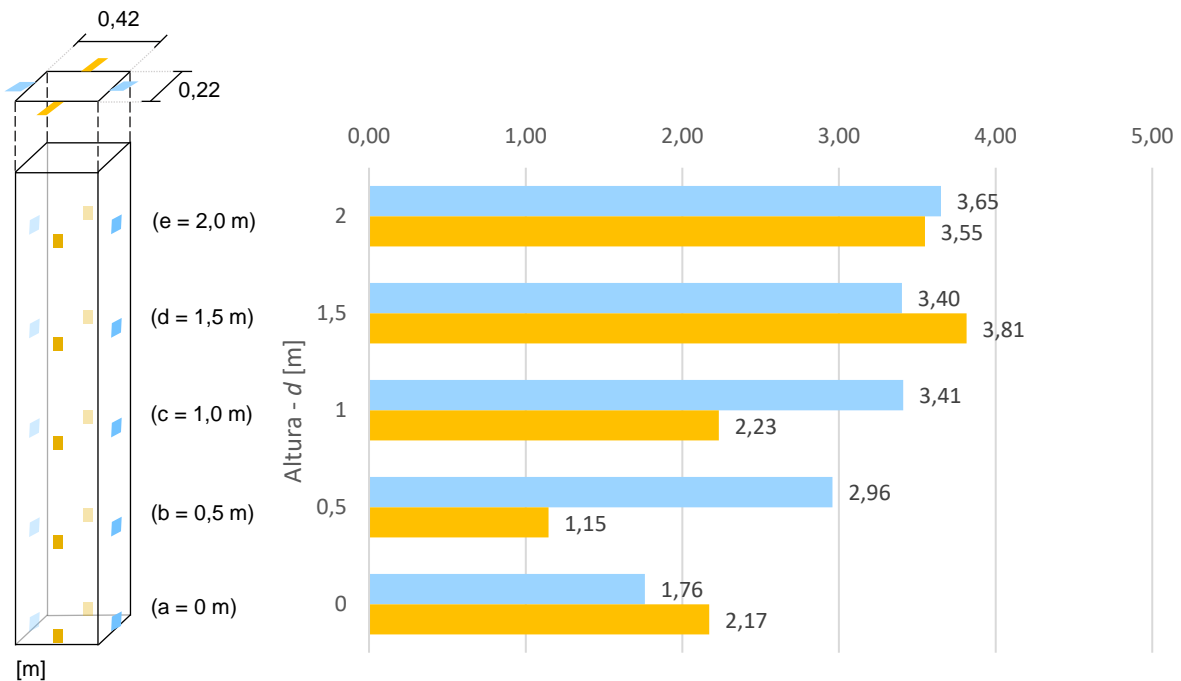


Figura 4.6 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N1-P8)

Na Figura 4.6 verifica-se que, no geral, para as duas espessuras, a velocidade aparente de propagação aumenta consoante o aumento da altura analisada, sendo explicado pela possível presença de fendas no interior do pilar, com a maior incidência na base do pilar e a 0,5m de altura. Este aumento deve-se à circunstância a que este pilar está sujeito, ou seja, no ponto 4.2.4 e na Figura 4.20 verifica-se que existe um tubo de escoamento de águas pluviais danificado na sua parte superior. Considerando os resultados obtidos para a espessura de 0,42m verifica-se que a velocidade aparente de propagação média é de 3,40km/s e para a espessura de 0,22m é de 2,23km/s.

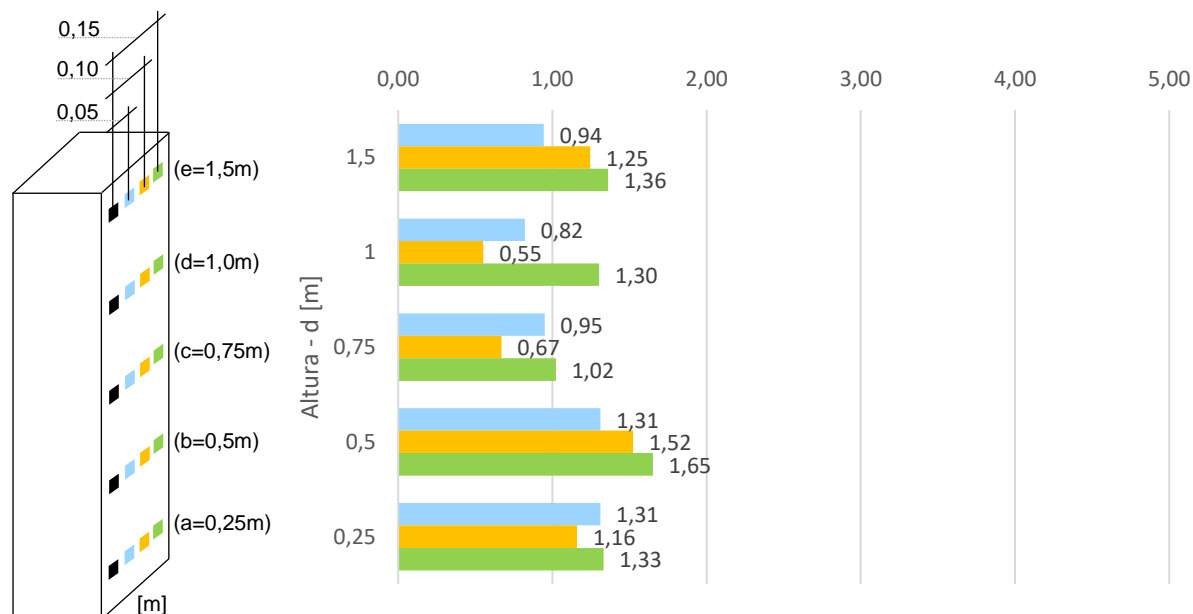


Figura 4.7 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N3-P4)

Na Figura 4.7 verifica-se que, quando a distância entre transdutores é de 0,05m a velocidade aparente de propagação média é de 0,95km/s, para a distância de 0,10m é de 1,16km/s e para a distância de 0,15m e de 1,33km/s.

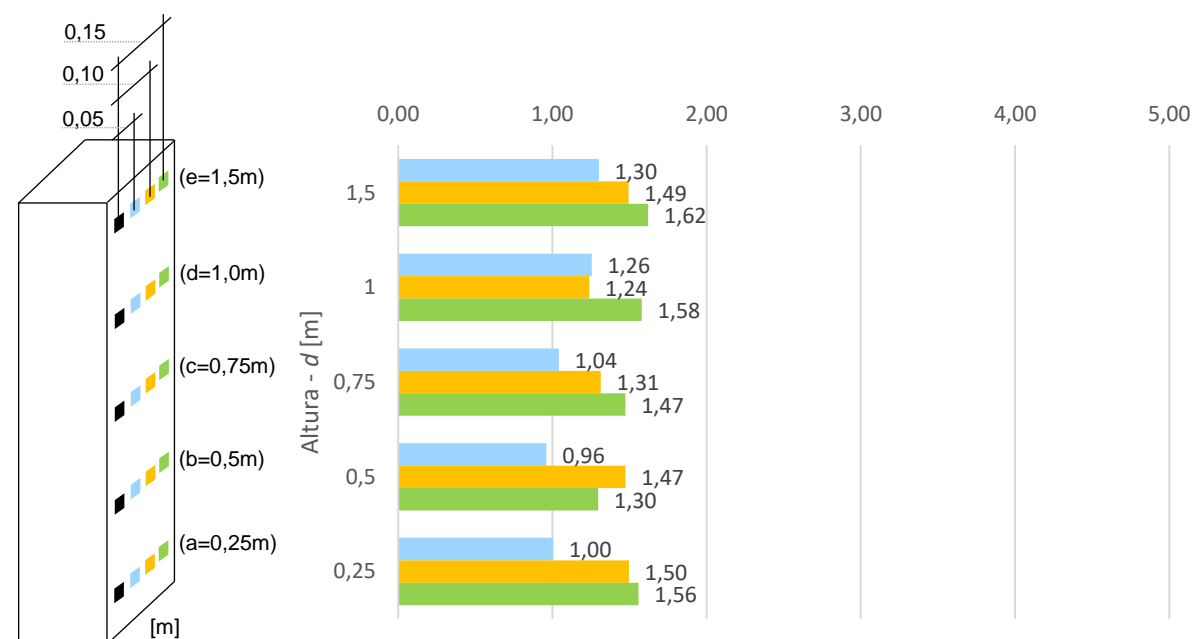


Figura 4.8 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N3-P6)

Na Figura 4.8 verifica-se que, quando a distância entre transdutores é de 0,05m a velocidade aparente de propagação média é de 1,04km/s, para a distância de 0,10m é de 1,47km/s e para a distância de 0,15m é de 1,56km/s.

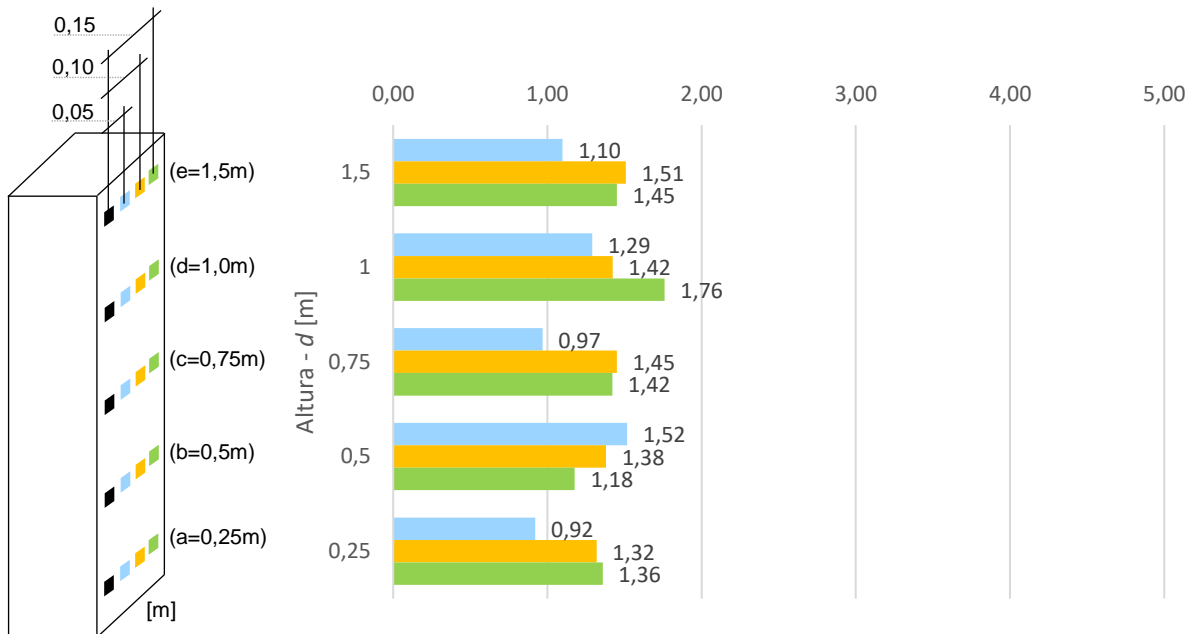


Figura 4.9 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N3-P9)

Na Figura 4.9 constata-se que, quando a distância entre transdutores é de 0,05m a velocidade aparente de propagação média é de 1,10km/s e para as distâncias de 0,10m e 0,15m é de 1,42km/s.

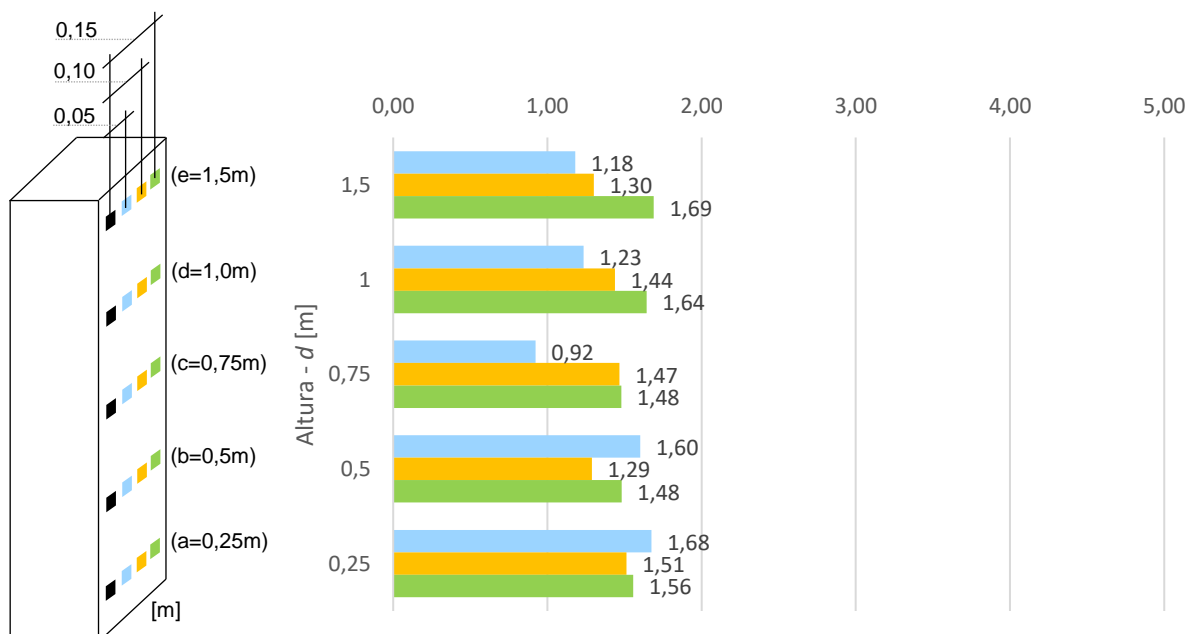


Figura 4.10 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N3-P11)

Na Figura 4.10 verifica-se que, quando a distância entre transdutores é de 0,05m a velocidade aparente de propagação média é de 1,23km/s, para a distância de 0,10m é de 1,44km/s e para a distância de 0,15m é de 1,56km/s.

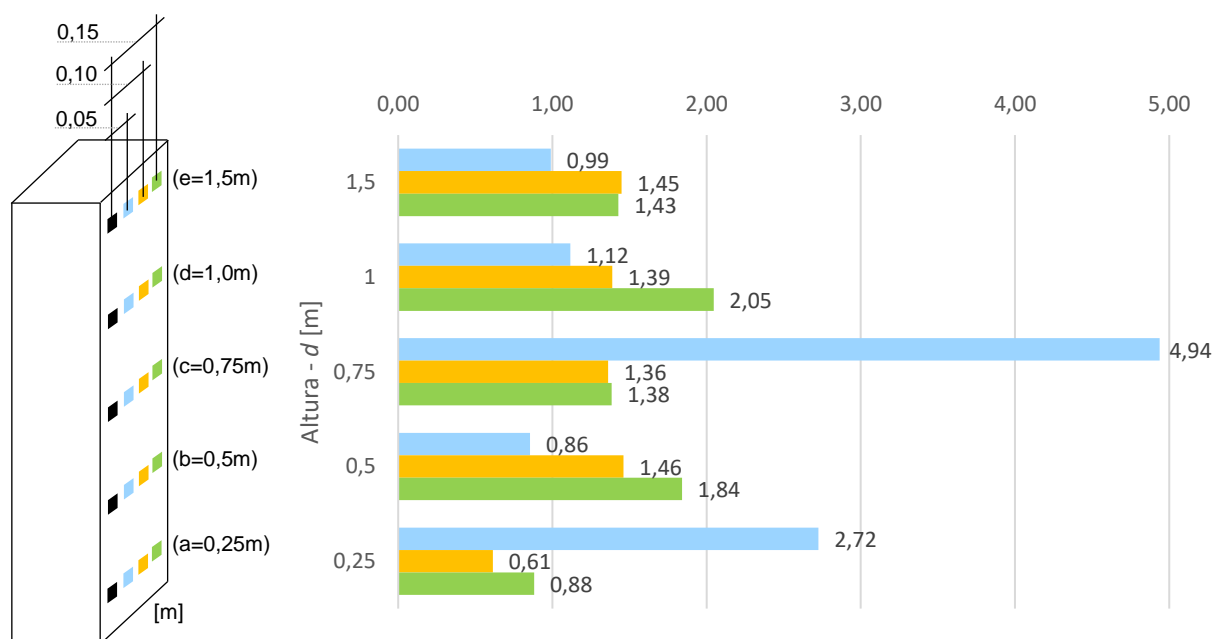


Figura 4.11 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N3-P12)

Na Figura 4.11 constata-se que, quando a distância entre transdutores é de 0,05m a velocidade aparente de propagação média é de 1,12km/s, para a distância de 0,10m é de 1,39km/s e para a distância de 0,15m e de 1,43km/s. Verifica-se, na altura de 0,75m existe um valor da velocidade de 4,94km/s e, na altura de 0,25m um valor da velocidade de 2,72km/s, podendo ser explicado pela presença de água no interior do pilar, para uma análise feita com os transdutores a 0,05m de distância.

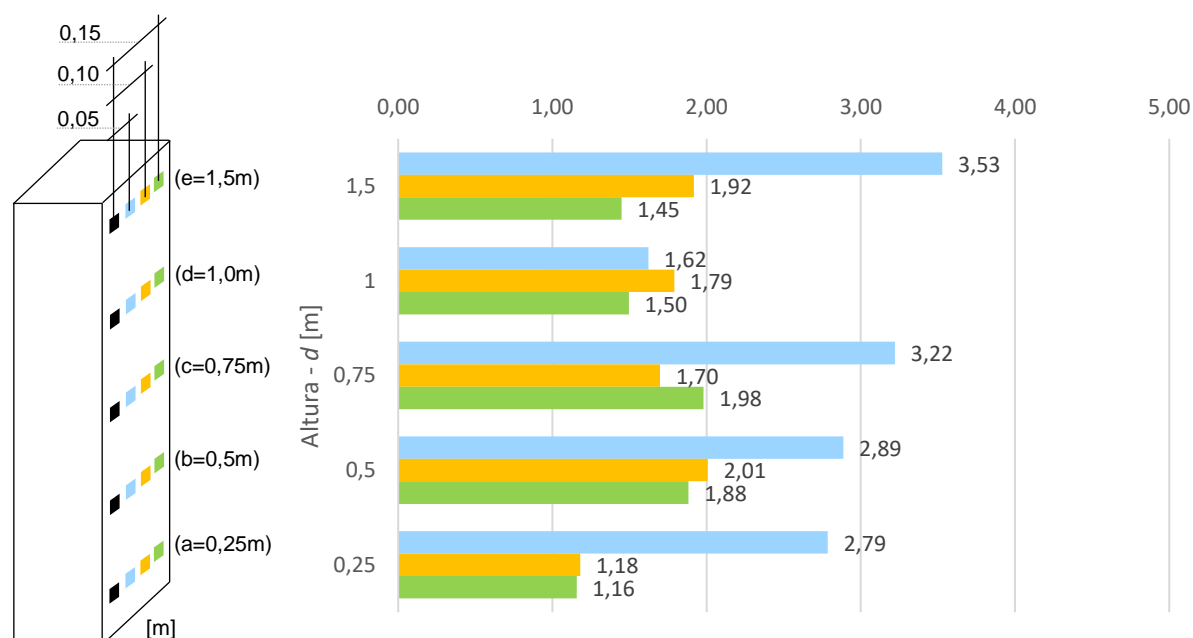


Figura 4.12 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N6-P1)

Pela Figura 4.12 verifica-se que, para uma distância entre transdutores de 0,05m e para todas as alturas, existe um aumento da velocidade aparente de propagação, comparando com as outras distâncias. Assim constata-se que quando a distância entre transdutores é de 0,05m a velocidade aparente de propagação média é de 2,89km/s, para a distância de 0,10m é de 1,79km/s e para a distância de 0,15m é de 1,50km/s.

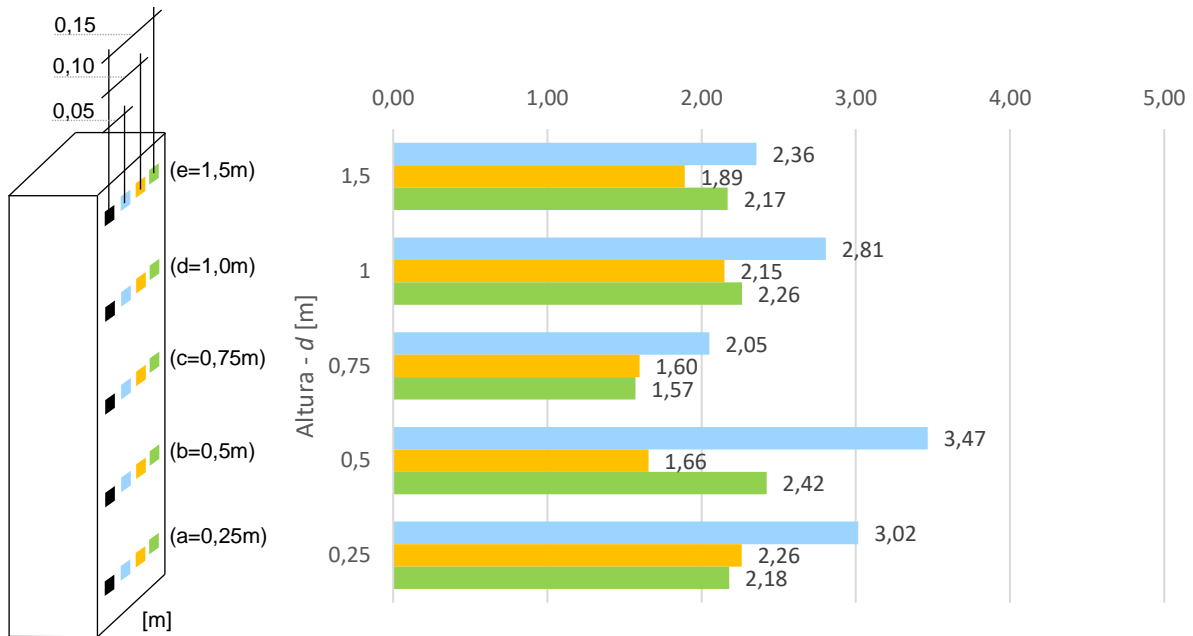


Figura 4.13 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N6-P2)

Na Figura 4.13 verifica-se que, quando a distância entre transdutores é de 0,05m a velocidade aparente de propagação média é de 2,81km/s, para a distância de 0,10m é de 1,89km/s e para a distância de 0,15m é de 2,18km/s.

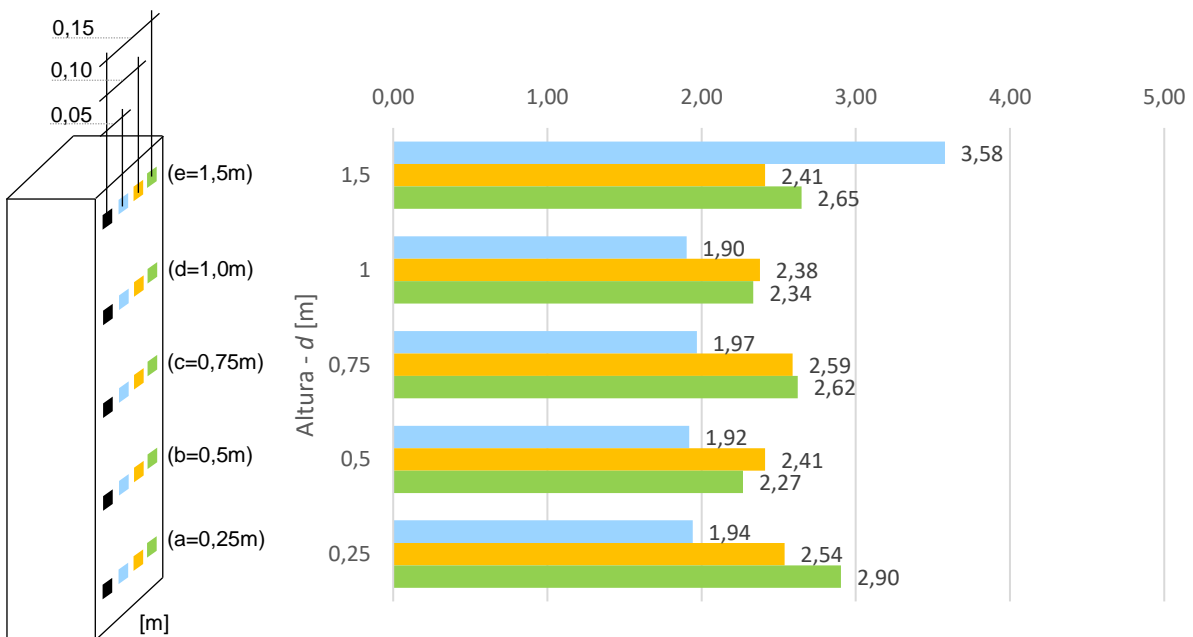


Figura 4.14 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N6-P4)

Pela Figura 4.14 verifica-se que, quando a distância entre transdutores é de 0,05m a velocidade aparente de propagação média é de 1,94km/s, para a distância de 0,10m é de 2,41km/s e para a distância de 0,15m e de 2,62km/s.

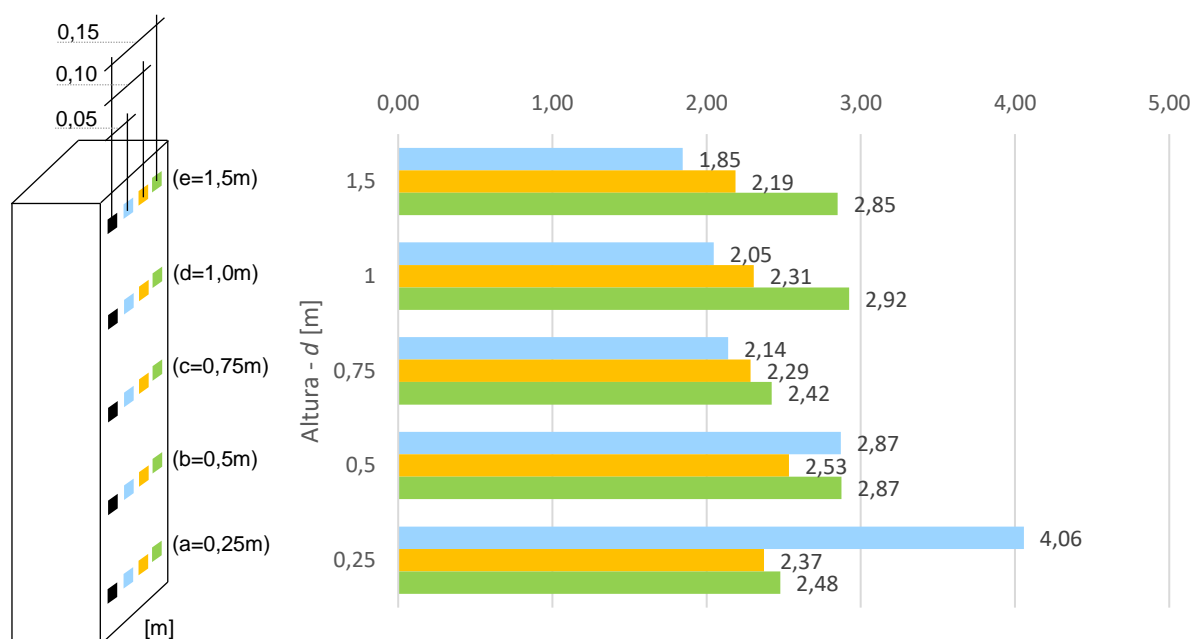


Figura 4.15 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N6-P5)

Na Figura 4.15 constata-se que, quando a distância entre transdutores é de 0,05m a velocidade aparente de propagação média é de 2,14km/s, para a distância de 0,10m é de 2,31km/s e para a distância de 0,15m e de 2,85km/s.

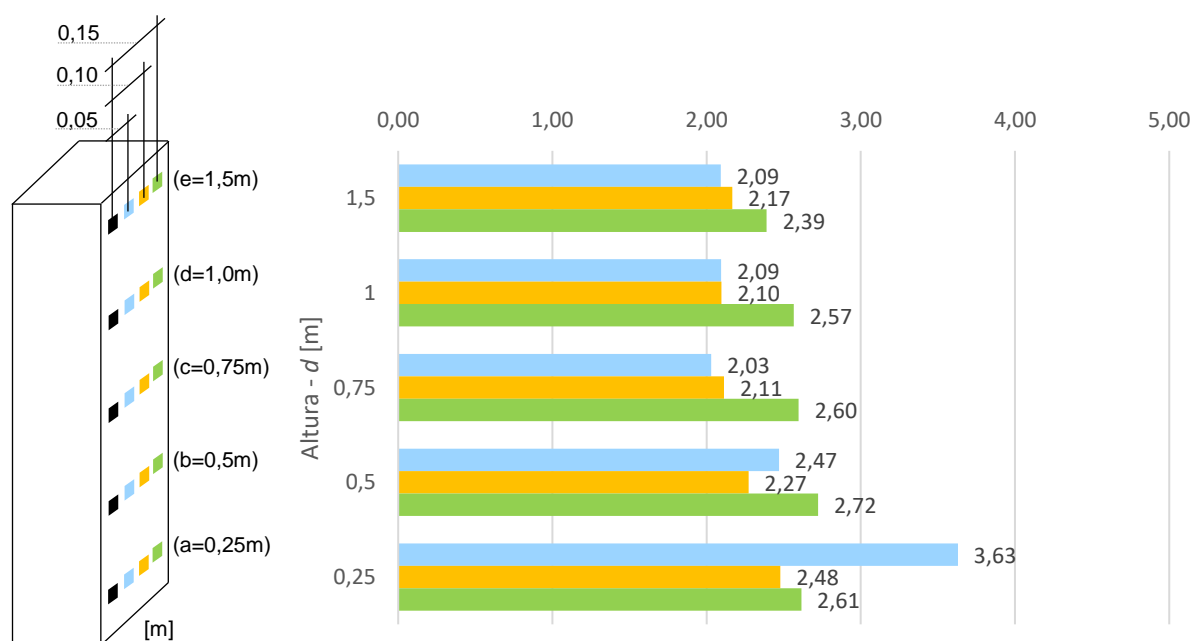


Figura 4.16 – Velocidade aparente de propagação [km/s] (elemento N6-P7)

Na Figura 4.16 verifica-se que, quando a distância entre transdutores é de 0,05m a velocidade aparente de propagação média é de 2,09km/s, para a distância de 0,10m é de 2,17km/s e para a distância de 0,15m é de 2,60km/s.

Ao analisar as figuras do ensaio de ultrassons, pelo método indireto, certifica-se que a média dos valores da velocidade aparente de propagação média de cada elemento, para uma distância entre transdutores de 0,05m, no núcleo 3 é de 1,10km/s. A média dos valores da velocidade aparente de propagação média de cada elemento, para uma mesma distância de 0,05m, no núcleo 6 é de 2,14km/s. Igualmente pelo método indireto, a média dos valores da velocidade aparente de propagação média de cada elemento, para uma distância entre transdutores de 0,10m, no núcleo 3 é de 1,42km/s. A média dos valores da velocidade aparente de propagação média de cada elemento, para a mesma distância de 0,10m, no núcleo 6 é de 2,17km/s. Também pelo método indireto, a média dos valores da velocidade aparente de propagação média de cada elemento, para uma distância entre transdutores de 0,15m, no núcleo 3 é de 1,43km/s. A média dos valores da velocidade aparente de propagação média de cada elemento, para a mesma distância de 0,15m, no núcleo 6 é de 2,60km/s. Ou seja, os valores da velocidade aparente de propagação média do núcleo 3, considerando todas as distâncias entre transdutores analisadas, são inferiores aos do núcleo 6.

4.2.4. Ensaio termográfico

Nas Figura 4.17 a 4.20 estão os resultados da aplicação da câmara termográfica em várias zonas do Bairro Amarelo.

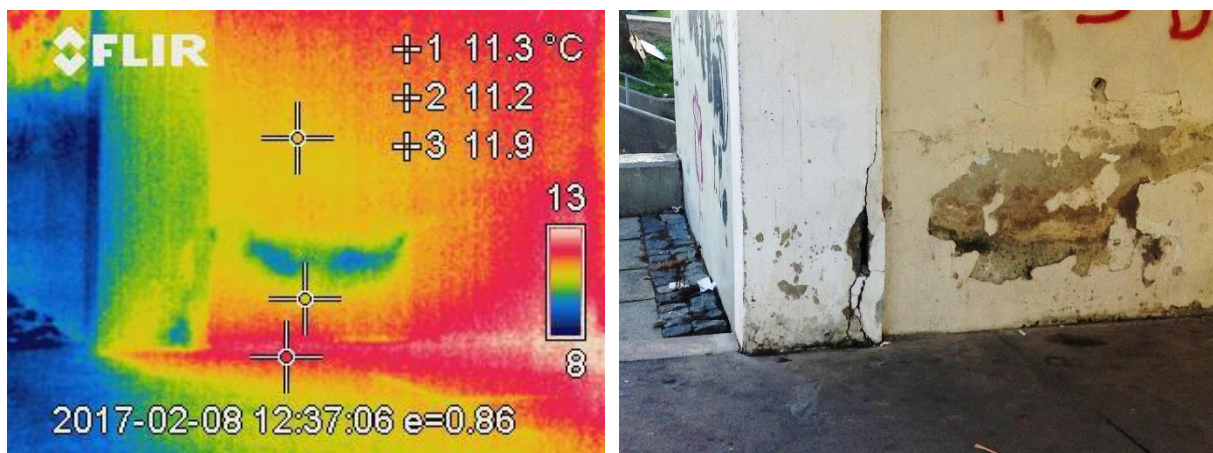


Figura 4.17 – Ensaio termográfico na parede Pr1 do núcleo 1

Na Figura 4.17, verifica-se na imagem real, no lado direito, uma mancha acastanhada na parede do lote 7, com o destacamento do acabamento por pintura, e no lado esquerdo, no pilar, um destacamento do recobrimento. Na imagem termográfica no mesmo local mencionado anteriormente, verifica-se uma mancha azul, indicando uma temperatura mais baixa, com a possível presença de água.

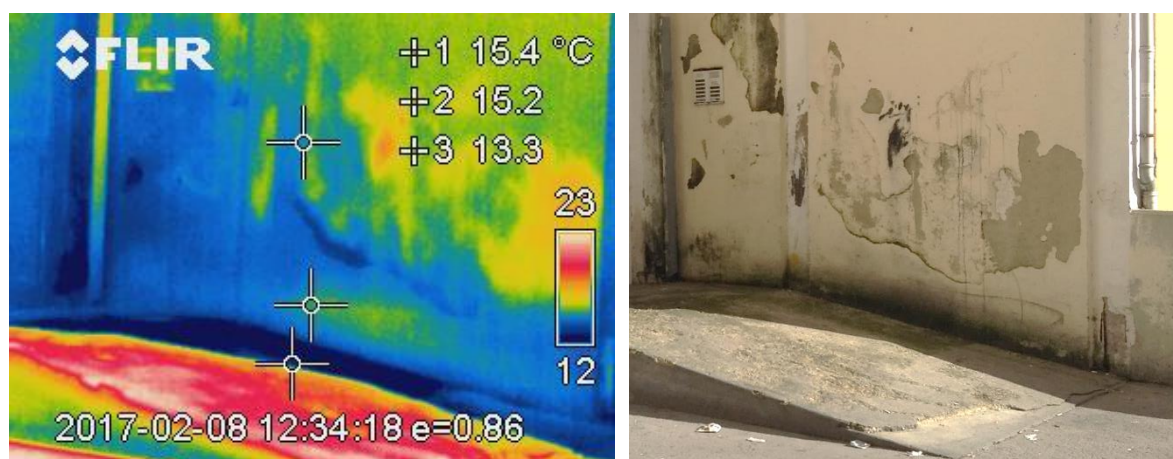


Figura 4.18 – Ensaio termográfico da parede Pr2 do lote 7, núcleo 1

Na Figura 4.18, igualmente se verifica que na imagem real, no lado direito, existe uma mancha acastanhada na parede, e consequente destacamento do acabamento por pintura, e junto ao pavimento uma mancha com uma tonalidade muito escura. A imagem trata-se da entrada do lote 7 do núcleo 1 e, pela imagem termográfica, verifica-se que esta zona contém água no seu interior.

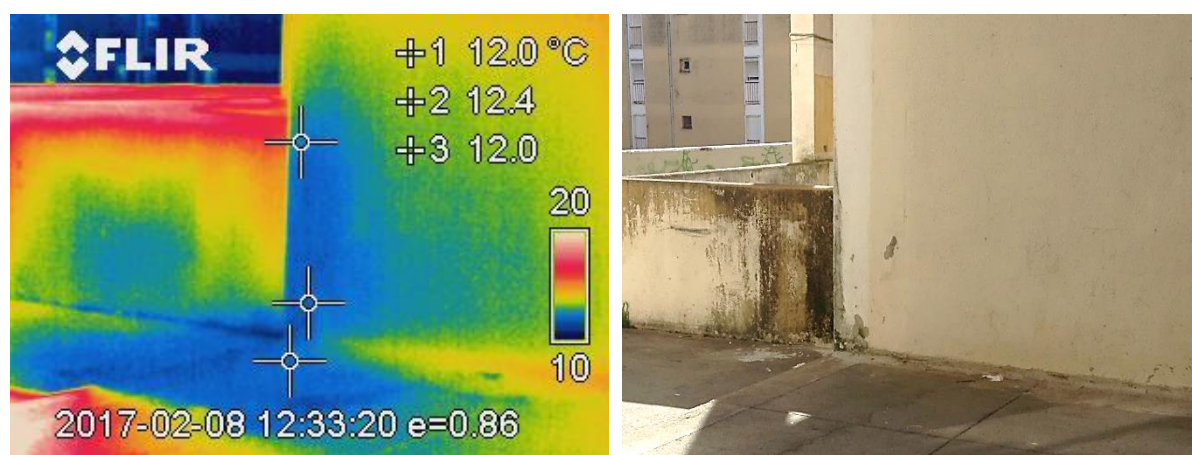


Figura 4.19 – Ensaio termográfico na parede Pr3 (e muro) do núcleo 1

Na Figura 4.19, verifica-se na imagem real, no lado direito, uma mancha acastanhada no muro, e destacamento do acabamento por pintura na parede ao lado. Esta imagem trata-se da separação entre o lote 7 e 8 e de uma zona onde não existe radiação solar direta. Na imagem da esquerda verifica-se que esta zona aparece com a coloração azul, indicando uma temperatura mais baixa, com 12°, e indicando a presença de água.

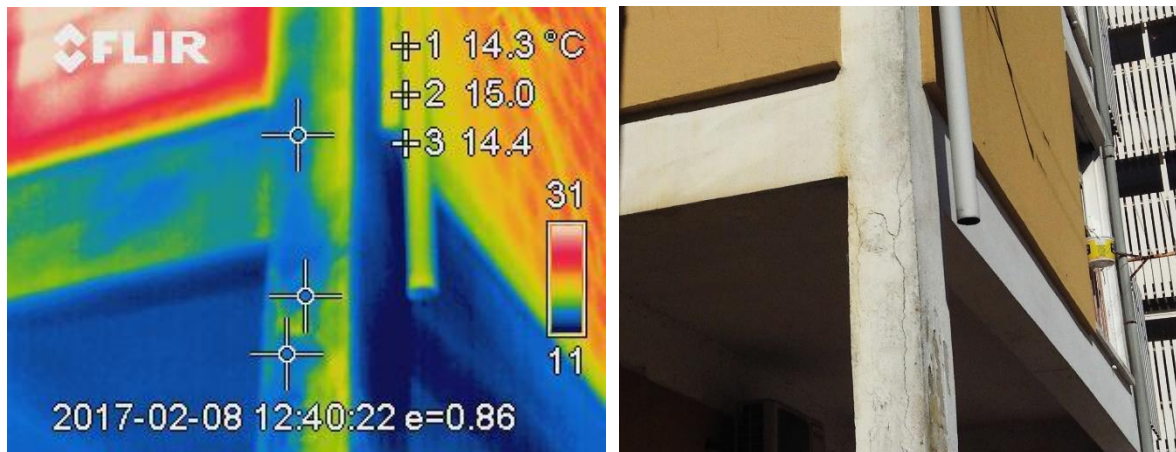


Figura 4.20 – Ensaio termográfico num pilar no lote 8, núcleo 1 (elemento N1-P8)

Na Figura 4.20, verifica-se na imagem real, que o tubo de escoamento de águas pluviais encontra-se danificado. Na mesma imagem vê-se que após o corte do tubo, o pilar encontra-se manchado e com algumas fendas, sendo evidenciado pela imagem da esquerda, imagem termográfica, a demonstração de uma mancha com a tonalidade azul escura, onde existe uma exposição à água muito elevado, proveniente do tubo de escoamento.

Avaliando as quatro figuras anteriores, certifica-se que existe um problema no que diz respeito à presença de água em vários elementos dos edifícios analisados. A deficiência do sistema de escoamento de água pluviais nos edifícios, e na sua envolvente, apresenta os várias falhas demonstradas nas figuras anteriores.

4.2.5. Avaliação da porosidade aberta e massa volúmica aparente

Através da Figura 4.21 e 4.22, estão representados graficamente os resultados do ensaio para a avaliação da porosidade aberta e massa volúmica aparente, respetivamente. Os elementos analisados são N1-Viga (barras rosa) e N3-P13 (barras azuis).

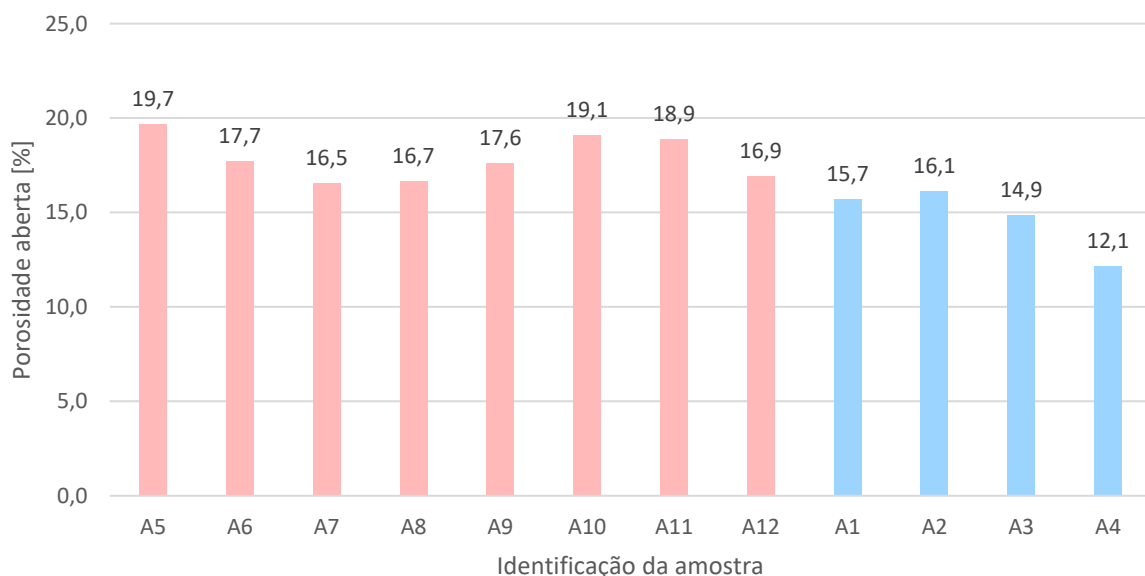


Figura 4.21 – Ensaio para a avaliação da porosidade aberta

No ensaio verifica-se que nas várias amostras do elemento N1-Viga a amostra A5 apresenta a maior percentagem de porosidade aberta com 19,7% e a amostra A7 a menor percentagem de porosidade aberta com 16,5%. De uma forma geral a média deste elemento, N1-Viga, é de 17,7%. Para o elemento N3-P13, foram analisadas quatro amostras, das quais a amostra A2 apresenta o maior valor de porosidade aberta com 16,1% e a amostra A4 apresenta o menor valor de porosidade aberta com 12,1%. De uma forma geral, a média deste elemento é de 15,3%.

Relativamente à porosidade aberta, o elemento do núcleo 1 apresenta maior percentagem do que o elemento do núcleo 3.

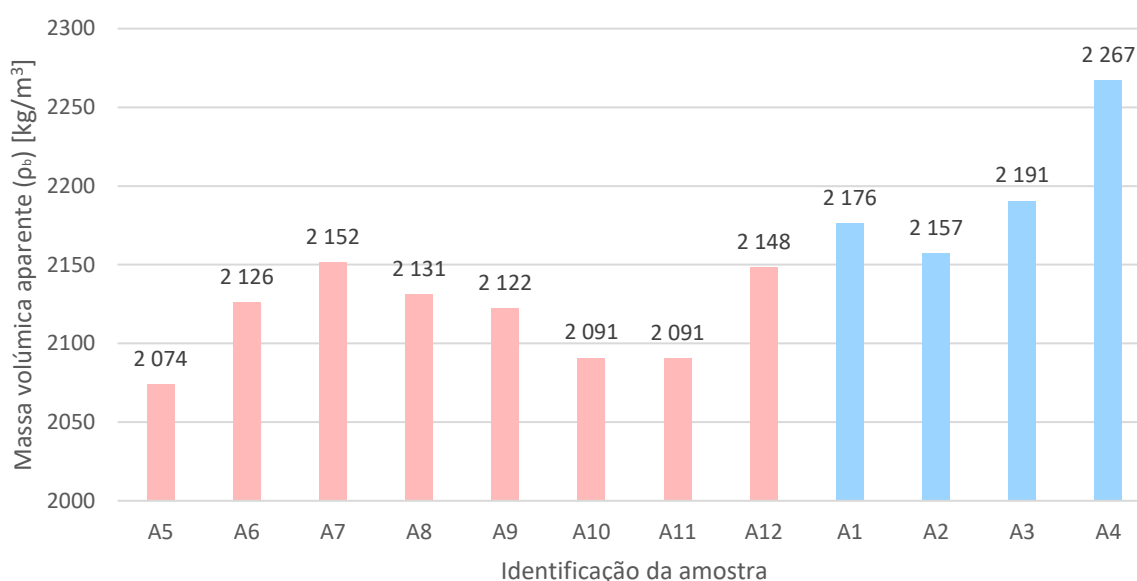


Figura 4.22 – Ensaio para a avaliação da massa volúmica aparente

No ensaio para a avaliação da massa volúmica aparente, nos dois elementos avaliados, verifica-se que, para o elemento N1-Viga, a amostra A5 apresenta a menor massa volúmica aparente com 2074 kg/m^3 e a amostra A7 a maior massa volúmica aparente com 2152 kg/m^3 , sendo que no geral a média deste elemento é de 2124 kg/m^3 . Para o elemento N3-P13, as quatro amostras analisadas mostram que, a amostra A2 tem a menor massa volúmica aparente com 2157 kg/m^3 e amostra A4 a maior massa com 2267 kg/m^3 , ou seja, no geral a média deste elemento é de 2183 kg/m^3 .

Relativamente à massa volúmica aparente, o elemento do núcleo 3 apresenta uma massa maior do que o elemento do núcleo 1.

Ao analisar as duas figuras anteriores verifica-se que, o elemento com maior percentagem de porosidade aberta corresponde ao que tem a massa volúmica aparente menor, como esperado.

4.2.6. Avaliação da presença de sais

No ensaio para a avaliar a presença de sais foram obtidas as Figura 4.23 e 4.24, relativas ao ensaio do teor de iões cloreto e iões sulfato, respetivamente.

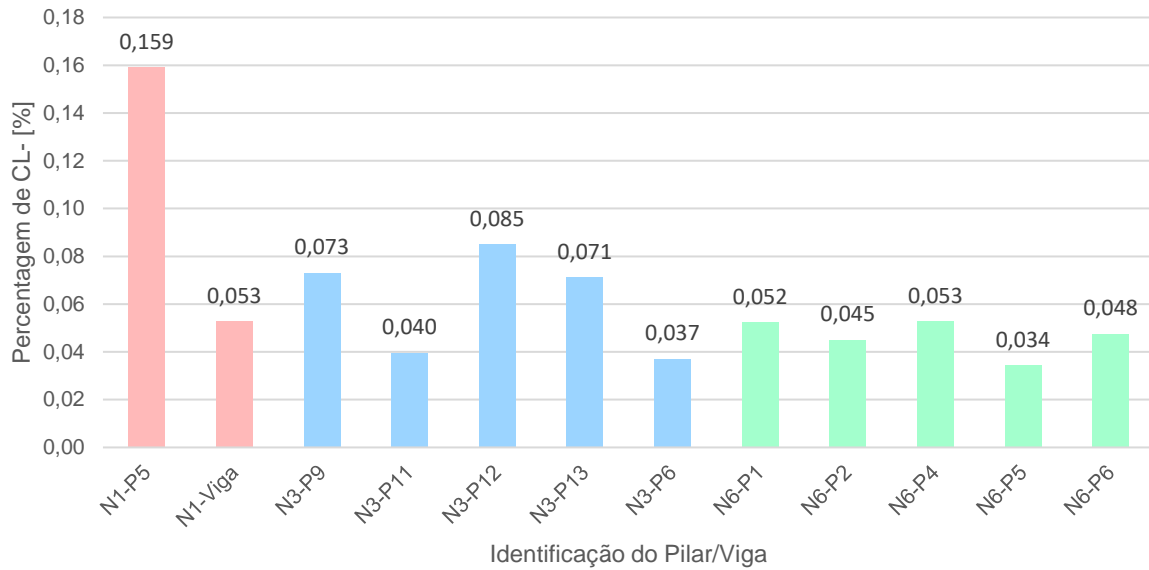


Figura 4.23 – Ensaio para avaliação da presença de íons cloreto

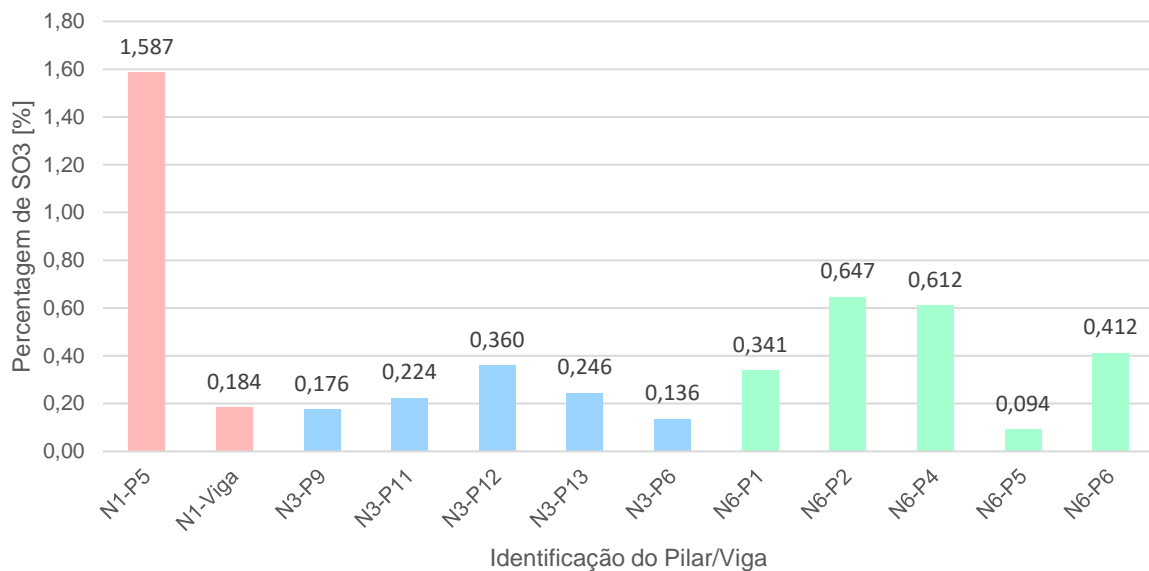


Figura 4.24 – Ensaio para avaliação da presença de íons sulfato

No ensaio da determinação da percentagem do teor de cloretos nos vários elementos do Bairro Amarelo, verifica-se que existe uma maior percentagem de teor de cloretos no elemento N1-P5, 0,1591%, e com uma menor percentagem de teor de cloretos no elemento o elemento N6-P5, com 0,0345%. No ensaio da determinação da percentagem do teor de sulfatos o elemento N1-P5 apresenta uma maior percentagem de teor de sulfatos com 1,587%, e igualmente com uma menor percentagem, o elemento N6-P5 com 0,094%.

De forma a complementar a informação obtida neste ensaio, e pelo ensaio da avaliação da profundidade de carbonatação, conclui-se que o elemento N1-P5 encontra-se debilitado, tornando a sua função estrutural ineficiente.

4.3. Propostas de reabilitação de elementos primários

Após a utilização das técnicas de ensaios em vários elementos primários de edifícios do Bairro Amarelo, conclui-se que existe a necessidade da sua reabilitação. Existem várias técnicas de reparação e proteção dos elementos primários nos edifícios de betão armado, consoante o tipo de elemento e esforço ao qual se pretende reforçar. Nesta secção são descritas várias propostas de reabilitação em pilares e vigas, de acordo com a envolvente em que estes elementos se encontram neste Bairro. No geral, estas técnicas encontram-se divididas em dois grupos distintos, sendo pela adição de elementos resistentes ou pelo reforço de elementos resistentes já existentes.

Relativamente aos pilares, é um facto que existe um número considerável de elementos em que a profundidade de carbonatação é superior ao recobrimento real, ou seja, a proteção das armaduras contra a sua corrosão não é eficiente. Uma das propostas de reabilitação para impedir mais a sua deterioração é a substituição do betão carbonatado e consequente substituição das armaduras. O betão substituído tem de apresentar características compatíveis com o betão lá existente.

De outra forma, também é possível reforçar os pilares que, pretendem atrasar a iniciação da corrosão nas suas armaduras. Reforçar pilares por encamizamento com betão armado representa uma técnica de simples execução e com as vantagens de proteger estes elementos contra o fogo e, como dito anteriormente, proteger contra a corrosão das armaduras.

Outras das técnicas representa o reforço com resinas epoxy e elementos metálicos. O reforço de pilares através de elementos metálicos é eficiente em situações de insuficiência das armaduras. Os elementos metálicos são colados com resinas epoxy, e necessitam de pessoal qualificado e especializado para que exista uma boa condição de ligação do reforço. Esta técnica tem o inconveniente de existir a corrosão do aço aplicado e de existir uma grande probabilidade da zona de colagem se deteriorar.

De outra forma, as vigas também apresentam, problemas relativamente ao recobrimento real apresentado no bairro, que é insuficiente visualmente. Torna-se necessário proceder ao reforço destes elementos resistentes, não só pela redução da resistência dos materiais devido à sua degradação, como também à ocorrência de acidentes como sismos e incêndios.

Uma das técnicas de reabilitação deste elemento é por encamizamento de betão, que é mais utilizado em situações em que as vigas são submetidas a cargas superiores àquelas inicialmente projetadas, ou pela falta de armaduras, ou falta de qualidade do betão existente. No encamizamento de betão em vigas, são adicionados elementos que aumentam a sua secção, como esperado.

Outra das técnicas são a adição de elementos metálicos exteriormente, e esta técnica é mais utilizada em situações que há deficiência das armaduras existentes, mesmo que as dimensões dos elementos estruturais e a qualidade do betão se consideram ser adequadas. Geralmente, estes elementos metálicos são chapas de aço ou perfis metálicos e, são colados com resina epoxy.

Capítulo 5

Conclusões e desenvolvimentos futuros

5.1. Considerações iniciais

Neste capítulo sintetiza-se o trabalho desenvolvido nesta dissertação, através de algumas conclusões baseadas nas técnicas de ensaio efetuadas no Bairro Amarelo, e por fim, são descritos os desenvolvimentos futuros.

5.2. Conclusões

A presente dissertação teve como principal objetivo analisar e inspecionar o Bairro Amarelo, em Almada, de forma a obter um levantamento das anomalias existentes nos edifícios. Utilizaram-se diversas técnicas de ensaio em vários elementos primários dos edifícios, de três núcleos diferentes, e foram propostas técnicas de reabilitação.

A execução do trabalho consistiu em várias visitas ao Bairro Amarelo, onde foram inspecionados edifícios de betão armado de três núcleos, de um total de 8 núcleos. Realizaram-se várias técnicas de ensaio in-situ e em laboratório, sobre elementos primários de betão armado, de forma a avaliar as propriedades físicas, químicas e mecânicas através dos ensaios para a avaliação da profundidade de carbonatação, ensaio esclerométrico, ensaio de ultrassons, ensaio termográfico, avaliação da porosidade aberta e massa volúmica aparente e avaliação da presença de sais.

Na realização do ensaio para avaliar a profundidade de carbonatação, verifica-se que, no geral, os elementos avaliados apresentam uma profundidade de carbonatação superior ou igual ao recobrimento real. Na análise por núcleos verifica-se que, quase todos os elementos do núcleo 1 apresentam uma profundidade de carbonatação superior ao recobrimento real, e que dois desses elementos possuem uma carbonatação bastante avançada. No núcleo 3, quase todos os elementos apresentam uma profundidade de carbonatação superior ao recobrimento real e no núcleo 6, verifica-se que a maior parte dos elementos avaliados não se encontra com a profundidade de carbonatação superior ao recobrimento real. Desta forma, conclui-se que as armaduras dos elementos primários se encontram desprotegidas face à avançada carbonatação do betão. Deste ensaio, conclui-se que poucos elementos se encontram com o recobrimento de projeto, sendo explicado por erros ocorridos na fase de execução ou pela sua má interpretação.

No ensaio esclerométrico verifica-se que, o núcleo 1 apresenta o maior valor médio do índice esclerométrico, e que o núcleo 6 apresenta o menor valor médio. O núcleo 3 possui um valor intermédio do valor médio do índice esclerométrico.

O ensaio de ultrassons em betão armado executou-se por dois métodos diferentes, método direto e indireto. Pelo método direto, realizado no núcleo 1, verifica-se que em cada elemento existe ligeiras alterações da velocidade aparente de propagação média, para alturas e distância diferentes, e que o mesmo ocorre no método indireto, realizado nos núcleos 3 e 6. Neste ensaio, em determinados elementos, existem alterações da velocidade aparente de propagação, comparando com as restantes velocidades no mesmo elemento, que podem ser explicadas pela presença de água no seu interior (aumento da velocidade) ou pela presença de fendas ou armaduras entre transdutores (diminuição da velocidade). De um modo geral, e pelo método indireto, os valores da velocidade aparente de propagação média do núcleo 3 são inferiores aos do núcleo 6, considerando todas as distâncias entre transdutores.

No ensaio termográfico, e pelos quatro elementos avaliados, conclui-se que a presença de água no interior das paredes e pilar representa um grave problema, traduzindo-se em destacamento do acabamento por pintura e do revestimento de parede (reboco).

Dos resultados do ensaio da avaliação da porosidade aberta e massa volúmica aparente, conclui-se que, relativamente à avaliação da porosidade aberta, o elemento do núcleo 1 apresenta maior percentagem que o elemento do núcleo 3. Relativamente à avaliação da massa volúmica aparente, o elemento do núcleo 1 possui menor massa que o elemento do núcleo 3, como esperado.

No último ensaio realizado para avaliar a presença de iões cloreto e sulfato em vários elementos dos três núcleos, verifica-se que não existe uma relação direta entre a avaliação de iões, exceto num elemento do núcleo 1.

5.3. Desenvolvimentos futuros

No contexto desta dissertação, propõe-se a continuação das inspeções para os restantes núcleos do Bairro Amarelo, de forma a obter o máximo de informação sobre as anomalias existentes. Para complementar a informação obtida por esta dissertação é importante efetuar ensaios relativamente aos elementos secundários e às coberturas e, verificar se é necessário efetuar a sua reabilitação.

Propõem-se um trabalho mais aprofundado ao sistema de rede de águas e esgotos deste Bairro. É notório que existe falta de manutenção neste sistema, os tubos de escoamento de águas pluviais encontram-se degradados perdendo a sua funcionalidade. É de referir que grande parte das anomalias encontradas nas várias inspeções feitas, devem-se à degradação desta rede de águas.

Propõem-se que exista, a reabilitação dos elementos primários mais afetados, descritos nesta dissertação, e averiguar a existência de mais elementos primários, de outros núcleos, que se encontram na mesma situação.

Referências bibliográficas

- [1] Ferreira, J. *Técnicas de diagnóstico de patologias em edifícios*. Dissertação de Mestrado, Faculdade Engenharia do Porto, 2010.
- [2] PINHO, Fernando F. S. – *Paredes de edifícios antigos em Portugal*. 2ª Edição, Coleção Edifícios nº8. LNEC, Lisboa, 2008.
- [3] Garcia, J. *Sistema de Inspeção e diagnóstico de revestimentos epóxicos em pisos industriais*. Dissertação de Mestrado em Construção. Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2006.
- [4] Amaral, S. – *Inspeção e diagnóstico de edifícios recentes. Estudo de um caso real*. Dissertação de Mestrado. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. 2013.
- [5] Ribeiro, T. & Córias, V. “Construdoctor”: Um serviço de Pré-Diagnóstico via internet. 3º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios (Tema III: Parque Edificado Recente). LNEC, Lisboa, 2003: 1037-1046.
- [6] Correia, S. – *Catálogo de técnicas de diagnóstico em elementos estruturais de edifícios correntes em betão armado*. Dissertação de Mestrado. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. 2014.
- [7] Sousa, M. *Patologia da construção – elaboração de um catálogo*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia do Porto, 2004.
- [8] Appleton, J. Patologia precoce de edifícios. 2º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios (Tema h: Estruturas de Betão Armado). LNEC, 1994:823-833.
- [9] Lopes, T. *Fenómeno de pré-patologia em manutenção de edifícios. Aplicação ao revestimento ETICS*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia do Porto, 2005.
- [10] Aguiar, J; Cabrita, A.; Appleton, J. *Guião de apoio à reabilitação de edifícios habitacionais*. Lisboa: LNEC, 2006.
- [11] Ferreira, Joana – *Técnicas de diagnóstico de Patologias em edifícios*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia do Porto. 2010.
- [12] Córias, V. *Inspeções e Ensaios na Reabilitação de Edifícios*. Lisboa: IST PRESS, 2006.
- [13] Chaves, A. *Patologia e Reabilitação de Revestimentos de Fachadas*. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho. 2009.
- [14] Gonçalves, C. *Anomalias Não Estruturais em Edifícios Correntes. Desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Inspeção, Registo e Classificação*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Coimbra, 2004.
- [15] Henriques, F. – *Humidade em paredes*. Lisboa, LNEC, coleção Edifícios, 1994.
- [16] Freitas, V., Alves, S., Sousa, M. Um Contributo para a Sistematização do Conhecimento da Patologia da Construção em Portugal – www.patorreb.com. 2008.
- [17] Correia, S. – *Catálogo de técnicas de diagnóstico em elementos estruturais de edifícios correntes em betão armado*. Dissertação de Mestrado. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. 2014.

- [18] Amaro, J. *Caracterização de Argamassas para Reparação de Betão*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, 2011.
- [19] Appleton, J. & Costa, A. Análise da Penetração de Cloretos em Estruturas de Betão Armado Expostas ao Ambiente Marítimo. *Revista Portuguesa de Engenharia de Estruturas*, 1999.
- [20] Garcez, N. *Sistema de Inspecção e diagnóstico de revestimentos exteriores de coberturas inclinadas*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, 2009.
- [21] Lopes, J. *Revestimentos de impermeabilização de coberturas em terraço*. Lisboa: LNEC, informação Técnica edifícios, ITE 34: 2010.
- [22] Flores-Colen, I. & Brito, J. *Ciências e Engenharia de Materiais de Construção. (Rebocos)* Lisboa: IST PRESS, 2012.
- [23] Flores-Colen, I. *Metodologia de avaliação do desempenho em serviço de fachadas rebocadas na óptica da manutenção predictiva*. Dissertação de Doutoramento, Instituto Superior Técnico, 2008.
- [24] Sousa, R. Previsão da vida útil dos revestimentos cerâmicos aderentes em fachada. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, 2008.
- [25] Sousa, H.; Faria, J.; Sousa, R. Anomalias associadas ao revestimento de fachadas exteriores com placas de pedra natural. *Materiais de Construção, APCMC*, Ano 22, nº 119, Maio/Junho, 2005: 12-17.
- [26] Appleton, J. – *Estudos de Diagnóstico em Edifícios. Da experiência à Ciência. A Intervenção no Património. Práticas de Conservação e Reabilitação*. Porto: FEUP, 2002.
- [27] Correia, S. – Catálogo de técnicas de diagnóstico em elementos estruturais de edifícios correntes em betão armado. Dissertação de Mestrado. Instituto Superior Técnico Lisboa. 2014.
- [28] Freitas, V., Sousa, M. – *Reabilitação de edifícios – do diagnóstico à conclusão de obra*. In 3.º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios. Lisboa: LNEC, 2003, pp. 1157-1166.
- [29] Flores-Colen, I. & Brito, J. *Ciências e Engenharia de Materiais de Construção. (Rebocos)* Lisboa: IST PRESS, 2012.
- [30] Neopomuceno, M. C. (1999) - "Ensaio não destrutivo em betão". Trabalho de Síntese. Covilhã: Universidade da Beira Interior. 428p.
- [31] Silva, Vitor Coias e - *Inspecção de Estruturas de Betão Armado Deterioradas por Corrosão de Armaduras, inspeccção e reparação de estruturas de betão armado com corrosão* - Lisboa LNEC, 2004.
- [32] Crawford, G. I. (1997). *Guided to Nondestructive Testing of Concrete*, US Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington.
- [33] Mendonça, B. (2007) – *Estudo do desempenho das argamassas hidráulicas. Influência do ligante*. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- [34] Gomes, A. (1995) - "Caracterização de argamassas tradicionais utilizadas nos revestimentos exteriores dos edifícios". Tese de Doutoramento em Engenharia Civil, Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- [35] Pereira, S. & Paiva, A. Avaliação e certificação do comportamento térmico de uma habitação. *Actas do 2º Encontro sobre patologia e reabilitação de edifícios, PATORREB*, 2006.
- [36] Neto, N. – *Sistema de apoio à inspecção e diagnóstico de anomalias em revestimentos em pedra natural*. Dissertação de Mestrado. Instituto Superior Técnico. 2008.

- [37] Pedro, J., Vilhena, A., Paiva, J., Pinho, A. – Métodos de avaliação do estado de conservação dos edifícios: A atividade recente do LNEC. LNEC. Lisboa.
- [38] Appleton, J.; Baião, M. – Inspeção de edifícios para diagnóstico do seu estado patológico. 2.º ENCORE - Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios, Lisboa: LNEC, 1994.
- [39] Costa, A. – O espaço dos outros. Representações sociais e fronteiras num bairro do plano integrado de Almada. Revista da FCSH.2006.
- [40] Lúcio, V. – 9. Estados limite de fendilhação. Estruturas de betão armado I. FCT. 2009

Webgrafia:

- [41] <https://www.portaldahabitacao.pt/pt/ihru> consultado 23/05/2017
- [42] <http://maps.google> consultado em 07/04/2017
- [43] <http://www.lnec.pt> consultado em 14/12/2016
- [44] <http://censos.ine.pt> consultado em 18/11/2016
- [45] <https://forumdacasa.com/extensions/InlinelImages/image.jpg.php?AttachmentID=75352>
- [46] <https://www.tintasepintura.pt/salitre-causas-e-tratamento/> consultado em 23/06/2017
- [47] <http://www.troymcleanroofing.com/protect-gutters-fall-leaves/> consultado em 23/06/2017
- [48] <https://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-musgo-no-telhado-image43312673> consultado em 23/06/2017
- [49] <http://www.maifix.pt/blog/index.php/blog-maifix/93-faca-voce-mesmo/110-como-reparar-o-telhado> consultado em 23/06/2017

Anexos

Anexo I

Fichas de inspeção de outros autores

Nota: preencher só em RPN interiores (campos a verde) ou exteriores (campos a azul, sendo que alguns são exclusivos para fachadas)

FICHA DE INSPECÇÃO N.º	DATA DA INSPECÇÃO
RESPONSÁVEL / FUNÇÃO	
OBJECTIVO DA INSPECÇÃO	


1. EDIFÍCIO Ed

1.1. Localização							
1.2. Descrição							
1.3. Ano de conclusão		1.4. N.º de pisos acima do solo			1.5. N.º de fachadas livres		
1.6. N.º de fachadas com RPN		1.7. Tipo de revestimento das fachadas sem RPN					
Área total de parede/pavimento					Ou % de parede/pav. com RPN		
1.8.Tipo de utilização dominante		Habitação	Comércio	Serviços	1.9.Exposição a agentes poluentes		S / N
1.10.Tipo de envolvente		Urbana	Marítima	Rural	1.11.Acção chuva-vento		Severa
1.12.Proximidade do mar		< 1 km	< 5 km	> 5 km	1.13.Exposição à humidade		Alta
1.14.Caracterização construtiva							
1.15.Contactos efectuados (proprietário / projectista / empreiteiro)							
1.16.Notas							

2. RPN VISTORIADOS

2.1. RPN Ed_A		DATA DE CONCLUSÃO				
2.2. Interior / exterior	2.3.Pavimento / Parede	2.4.Tipo de fachada	Principal	Lateral	Tardoz	2.5.Área da fachada (m²)
2.6. Orientação da fachada	2.7.Protecção basal					2.8.Piso n.º
2.9. Compartimento						
2.10. Tipo de pedra	2.11.Designação comercial da placa pétrea					
2.12. Cor	2.13.Acabamento superficial					
2.14. Dimensão (cm)	2.15.Área total do RPN (m²)		2.16.Área máxima continua do RPN (m²)			
2.17. Espessura das placas de pedra natural						
2.18. Tipo / material de fixação						
2.19. Tipo / material de preenchimentos das juntas						
2.20. Tipologia das juntas						
a. entre placas - largura (mm)						
b. elástica - largura (mm)		área definida (m²)		material		
c. estrutural - largura (cm)		Material				
2.21. Isolamento térmico:						
2.22. Caracterização do suporte						
2.23. Protecção de zonas periféricas						
2.24. Protecção de cantos salientes		S / N				
2.25. Notas sobre execução do RPN (controlo de qualidade, condições atmosféricas)						
Notas:						

Figura I.0.1 – Ficha de Inspeção do artigo “Sistema de apoio à inspeção e diagnóstico de anomalias em revestimentos em pedra natural” [36]



NRAU – NOVO REGIME DE ARRENDAMENTO URBANO
Ficha de avaliação do nível de conservação de edifícios
(Portaria n.º 1192-B/2006, de 3 de Novembro)

código do técnico
número da ficha

A. IDENTIFICAÇÃO
 Rua/Av./Pç.:
 Número: Andar: Localidade: Código postal:
 Distrito: Concelho: Freguesia:
 Artigo matricial: Fração: Código SIG (facultativo):

B. CARACTERIZAÇÃO

N.º de pisos do edifício	N.º de unidades do edifício	Época de construção	Tipologia estrutural	N.º de divisões da unidade	Uso da unidade

C. ANOMALIAS DE ELEMENTOS FUNCIONAIS

	Anomalias					Não se aplica	Ponderação	Pontuação
	Muito ligeiras (5)	Ligeiras (4)	Médias (3)	Graves (2)	Muito graves (1)			
Edifício								
1. Estrutura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		x 6 =	_____
2. Cobertura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		x 5 =	_____
3. Elementos salientes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
Outras partes comuns								
4. Paredes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
5. Revestimentos de pavimentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	_____
6. Tectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	_____
7. Escadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
8. Caixilharia e portas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	_____
9. Dispositivos de protecção contra queda	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
10. Instalação de distribuição de água	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	_____
11. Instalação de drenagem de águas residuais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	_____
12. Instalação de gás	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	_____
13. Instalação eléctrica e de iluminação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	_____
14. Instalações de telecomunicações e contra a intrusão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	_____
15. Instalação de ascensores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
16. Instalação de segurança contra incêndio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	_____
17. Instalação de evacuação de lixo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	_____
Unidade								
18. Paredes exteriores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 5 =	_____
19. Paredes interiores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
20. Revestimentos de pavimentos exteriores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	_____
21. Revestimentos de pavimentos interiores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 4 =	_____
22. Tectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 4 =	_____
23. Escadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 4 =	_____
24. Caixilharia e portas exteriores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 5 =	_____
25. Caixilharia e portas interiores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
26. Dispositivos de protecção de vãos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	_____
27. Dispositivos de protecção contra queda	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 4 =	_____
28. Equipamento sanitário	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
29. Equipamento de cozinha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
30. Instalação de distribuição de água	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
31. Instalação de drenagem de águas residuais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
32. Instalação de gás	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
33. Instalação eléctrica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 3 =	_____
34. Instalações de telecomunicações e contra a intrusão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 1 =	_____
35. Instalação de ventilação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	_____
36. Instalação de climatização	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	_____
37. Instalação de segurança contra incêndio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x 2 =	_____
D. DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ANOMALIAS								
Total das pontuações						(a)		<div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 20px;"></div>
Total das ponderações atribuídas aos elementos funcionais aplicáveis						(b)		<div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 20px;"></div>
Índice de anomalias						(a/b)		<div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 20px;"></div>

Figura I.0.2 – Ficha de Inspeção do artigo “Métodos de avaliação do estado de conservação dos edifícios: A atividade recente do LNEC” [37]

83

ANEXO I FICHA DE REGISTO DAS CARACTERÍSTICAS

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

LEVANTAMENTO/INQUÉRITO A EDIFÍCIOS

Nº Data

1 IDENTIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO

1.1 Rua

1.2 CML - Obra nº Obs.

1.3 Número de pisos: acima do solo Obs.
abaixo do solo

1.4 Nome do(s) proprietário(s)

1.5 Nome do(s) ocupante(s)

2 PARTICIPANTES NA VISITA

2.1 Do LNEC

2.2 Da Entidade 1

2.3 Da Entidade 2

2.4 Do(s) Proprietário(s)

2.5 Do(s) Ocupante(s)

LNEC 1 - 1

3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO

3.1 Épocas de construção

3.1.1 Da edificação principal

3.1.2 De obras posteriores

Qualis? Piso
Qualis? Piso
Qualis? Piso

Nota 3a
(1) Época anterior a 1755
(2) Época portuguesa a partir - Pós 1755 a meados séc. XIX
(3) Meados do séc. XIX (1850/1870) a 1930/1930
(4) 1930 - 1940
(5) 1940 - 1960
(6) 1960 - 1970
(7) 1970 - 1980
(8) 1980 - 1990
(9) Anos 90

Nota 3b
(1) De anexos posteriores
(2) De volumes adicionais
(3) De novos pisos
(4) De nova compartimentação
(5) De importantes alterações à construção original
(6) De novas funcionalidades

3.2 Caracterização construtiva do edifício

3.2.1 Fundações Obs.

3.2.2 Estruturas Obs.

3.2.3 Pavimento Obs.

3.2.4 Escadas

- Principal Obs.
- Serviço Obs.
- Emergência Obs.

Nota 3c
(1) De alvenaria de pedra
(2) De alvenaria de tijolo maciço
(3) Socalos de betão
(4)

Nota 3d
(1) Parede resistente de alvenaria de pedra
(2) Muro, com elementos estruturais de madeira
(3) Parede de alvenaria de tijolo ou de bloco de betão armado
(4) Estrutura metálica de betão armado
(5)

Nota 3e
(1) Lame de madeira
(2) Lame maciça de betão armado
(3) Lame algarve de betão armado
(4) Lame longitudinal maciça de betão armado
(5) Lame longitudinal algarve de betão armado
(6) Lame algarve de madeira prefabricada
(7)

Nota 3f
(1) De madeira
(2) Metálica
(3) De betão armado
(4) De betão
(5)

LNEC 1 - 2

EDIFÍCIO

PISO

Indicar a sala onde mora a parte do piso a que se refere:
2º: 2º; 1º: 1º; 0: 0; S: S; 1º A: 1º A; 2º A: 2º A;
(E) Escalador; (D) Dente; (F) Fiança; (T) Total

1 Ocupação funcional do piso

Indicar a ocupação funcional do piso, por sectores. Referir-se ao seguinte exemplo:
(Indústria) (Pav. e mado comércio) ...
(Parque industrial) (Serviços/Comércio) ...
(Armazenagem) (Garagem)

Nota 1a
(1) Comércio
(2) Indústria
(3) Serviços/Comércio
(4) Armazenagem
(5) Garagem

2 Caracterização construtiva do edifício (por piso)

2.1 Revestimentos de piso

Zona Tipo Observações

2.2 Revestimentos interiores de parede

Zona Tipo Observações

2.3 Revestimentos de tecto

Zona Tipo Observações

Nota 2a
(1) Gesso
(2) Cimentação com areia e cimento
(3) Cimentação maciça
(4) Quartzo / Seta de habitação
(5) Cimentação de habitação
(6) Gesso de esculturas
(7) Instalações sanitárias
(8) Vitrados
(9) Lame exterior
(10)

Nota 2b
(1) Betão
(2) Lame interior
(3) Lame exterior
(4) Lame interior
(5) Lame exterior
(6) Gesso
(7) Tecto de madeira
(8) Seta de madeira
(9) Acústico (a) de 1º ou de 2º nível
(10)

Nota 2c
(1) Betão (a) pinto
(2) Gesso (a) pinto
(3) Azulejo
(4) Lame
(5) Papel
(6) Revestimento de madeira
(7) Alvenaria
(8)

Nota 2d
(1) Betão (a) pinto
(2) Gesso (a) pinto
(3) Lame exterior (a) pinto
(4) Lame exterior (a) pinto
(5) Tecto falso
(6)

LNEC 1 - 3

LNEC 1 - 4

LNEC, 1994

317

2º ENCORE

Figura I.0.4 – Ficha de Inspeção do artigo “Inspeção de edifícios para diagnóstico do seu estado patológico. 2.º ENCORE - Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios” [38]

Anexo II

Resultados dos ensaios

Tabela II.0.1 – Resultados do ensaio esclerométrico

Núcleo	Lote	Elemento	Identificação	Valor de índice esclerométrico											Média
				L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	
N1	L3	P1	N1-P1	58	55	64	38	38	54	50	46	52	60	51	51,0
		P2	N1-P2	45	48	40	45	42	42	41	42	47	48	42	42,0
	L7	P3	N1-P3	31	28	30	26	21	25	29	34	36	38	27	29,0
		P4	N1-P4	28	34	28	42	26	26	48	47	46	29	32	32,0
		P5	N1-P5	48	46	38	40	36	47	37	34	34	36	36	37,0
		P6	N1-P6	51	49	46	43	48	42	43	50	40	47	45	46,0
		P7	N1-P7	43	38	37	38	35	42	32	30	32	40	38	38,0
	L8	P8	N1-P8	40	39	40	41	41	32	41	42	39	40	40	40,0
		P9	N1-P9	45	41	47	46	44	42	42	44	50	45	43	44,0
		P10	N1-P10	37	40	42	35	44	42	47	36	43	42	44	42,0
		P11	N1-P11	38	42	40	42	46	42	50	42	43	40	41	42,0
N3	L23	P1	N3-P1	41	44	38	46	38	44	37	48	48	38	43	43,0
		P2	N3-P2	42	40	43	42	37	42	42	41	37	40	40	41,0
		P3	N3-P3	26	24	33	38	30	52	50	44	44	50	38	38,0
		P4	N3-P4	38	40	44	39	39	37	40	36	40	37	37	39,0
	L24	P5	N3-P5	41	36	39	44	42	41	40	30	32	34	39	39,0
		P6	N3-P6	38	32	40	41	40	35	39	38	30	34	37	38,0
		P7	N3-P7	36	40	38	37	35	31	35	43	38	42	36	37,0
		P8	N3-P8	32	34	30	32	30	32	28	32	34	38	34	32,0
	L25	P9	N3-P9	36	30	33	44	45	34	31	38	41	36	35	36,0
		P10	N3-P10	40	39	38	42	38	35	41	39	43	41	37	39,0
		P11	N3-P11	43	41	36	42	41	38	43	41	36	36	41	41,0
		P12	N3-P12	40	38	27	30	31	31	32	30	33	32	30	31,0
N6	L63	P1	N6-P1	24	24	30	30	34	28	28	27	32	30	27	28,0
		P2	N6-P2	32	30	34	32	36	32	33	40	30	33	31	32,0
		P3	N6-P3	28	24	28	27	30	31	29	34	30	40	28	29,0
	L64	P4	N6-P4	45	49	51	47	55	47	45	52	55	36	48	48,0
		P5	N6-P5	44	40	44	44	37	42	42	38	38	41	43	42,0
	L65	P6	N6-P6	43	30	58	33	46	34	40	47	46	50	40	43,0
		P7	N6-P7	38	42	46	41	58	54	54	50	44	42	44	44,0
		P8	N6-P8	42	42	47	43	41	42	43	40	41	44	40	42,0

Tabela II.0.2 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N1-P4

Altura - d (m)	Distância - L (m)	Leituras (μ s)				Média (μ s)	Desvio Padrão	VAP (km/s)
		L1	L2	L3	L4			
2,0	0,52	145,1	162,7	145,6	145,0	149,6	7,57	3,48
	0,32	139,0	140,0	139,8	153,1	143,0	5,86	2,24
1,5	0,52	144,0	142,9	159,7	159,6	151,6	8,11	3,43
	0,32	169,7	168,8	169,1	170,8	169,6	0,76	1,89
1,0	0,52	143,9	144,2	144,6	144,3	144,3	0,25	3,60
	0,32	90,2	90,8	90,1	89,5	90,2	0,46	3,55
0,5	0,52	145,5	143,7	145,2	145,6	145,0	0,76	3,59
	0,32	90,4	90,7	89,2	89,1	89,9	0,71	3,56
0,0	0,52	165,8	151,2	151,0	151,3	154,8	6,34	3,36
	0,32	81,7	96,6	96,7	82,7	89,4	7,23	3,58

Tabela II.0.3 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N1-P7

Altura - d (m)	Distância - L (m)	Leituras (μ s)				Média (μ s)	Desvio Padrão	VAP (km/s)
		L1	L2	L3	L4			
2,0	0,555	235,2	208,9	248,2	156,2	212,1	35,26	2,62
	0,525	158,6	159,5	158,5	159,5	159,0	0,48	3,30
1,5	0,555	155,2	213,1	154,1	154,5	169,2	25,33	3,28
	0,525	164,5	164,7	164,8	164,8	164,7	0,12	3,19
1,0	0,555	156,5	156,5	156,4	156,4	156,5	0,05	3,55
	0,525	160,4	160,2	160,3	159,5	160,1	0,35	3,28
0,5	0,555	131,6	131,7	146,9	146,8	139,3	7,60	3,99
	0,525	157,6	157,6	140,5	157,8	153,4	7,43	3,42
0,0	0,555	139,9	143,6	152,5	153,1	147,3	5,68	3,77
	0,525	161,6	146,1	146,0	127,7	145,4	12,01	3,61

Tabela II.0.4 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N1-P8

Altura - d (m)	Distância - L (m)	Leituras (μ s)				Média (μ s)	Desvio Padrão	VAP (km/s)
		L1	L2	L3	L4			
2,0	0,42	118,9	119,0	104,0	118,3	115,1	6,39	3,65
	0,22	55,7	55,7	68,4	68,2	62,0	6,30	3,55
1,5	0,42	121,6	123,6	124,5	124,2	123,5	1,13	3,40
	0,22	58,6	56,9	58,0	57,2	57,7	0,67	3,81
1,0	0,42	122,9	122,7	123,2	123,9	123,2	0,45	3,41
	0,22	94,7	108,3	95,1	96,0	98,5	5,66	2,23
0,5	0,42	150,6	128,2	150,5	138,7	142,0	9,32	2,96
	0,22	239,8	175,9	176,5	176,2	192,1	27,54	1,15
0,0	0,42	211,7	250,4	250,0	241,6	238,4	15,82	1,76
	0,22	100,3	97,3	96,4	111,1	101,3	5,85	2,17

Tabela II.0.5 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N1-P9

Altura - d (m)	Distância - L (m)	Leituras (µs)				Média (µs)	Desvio Padrão	VAP (km/s)
		L1	L2	L3	L4			
2,0	0,42	117,0	117,2	117,3	117,3	117,2	0,12	3,58
	0,22	54,9	56,7	56,2	56,4	56,1	0,69	3,93
1,5	0,42	117,9	117,8	117,9	117,9	117,9	0,04	3,56
	0,22	53,9	54,2	52,9	52,8	53,5	0,61	4,12
1,0	0,42	105,1	119,4	103,5	104,2	108,1	6,58	3,89
	0,22	55,0	54,6	54,5	54,3	54,6	0,25	4,03
0,5	0,42	104,9	104,2	102,2	93,1	101,1	4,72	4,15
	0,22	54,5	53,0	53,8	53,6	53,7	0,54	4,09
0,0	0,42	108,7	108,9	108,8	108,8	108,8	0,07	3,86
	0,22	51,0	51,1	52,3	51,5	51,5	0,51	4,27

Tabela II.0.6 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N3-P4

Altura - d (m)	Distância - L (m)	Leituras (µs)				Média (µs)	Desvio Padrão	VAP (km/s)
		L1	L2	L3	L4			
2,0	0,50	50,2	57,5	50,3	53,9	53,0	3,01	0,94
	1,00	82,9	73,7	83,3	81,3	80,3	3,88	1,25
	1,50	112,6	110,3	109,0	108,9	110,2	1,49	1,36
1,5	0,50	57,6	50,3	71,3	64,1	60,8	7,77	0,82
	1,00	181,2	180,9	180,9	180,7	180,9	0,18	0,55
	1,50	117,6	114,1	113,1	115,3	115,0	1,68	1,30
1,0	0,50	73,2	31,8	52,2	53,4	52,7	14,64	0,95
	1,00	150,7	150,5	144,9	151,3	149,4	2,59	0,67
	1,50	155,2	142,1	141,8	147,8	146,7	5,45	1,02
0,5	0,50	48,5	34,5	33,4	36,1	38,1	6,07	1,31
	1,00	67,7	65,0	63,9	66,0	65,7	1,40	1,52
	1,50	94,1	93,8	82,3	93,1	90,8	4,94	1,65
0,0	0,50	57,9	34,7	29,9	30,1	38,2	11,56	1,31
	1,00	86,9	85,0	85,7	87,1	86,2	0,86	1,16
	1,50	121,5	109,7	108,6	110,5	112,6	5,20	1,33

Tabela II.0.7 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N3-P6

Altura - d (m)	Distância - L (m)	Leituras (μ s)				Média (μ s)	Desvio Padrão	VAP (km/s)
		L1	L2	L3	L4			
2,0	0,50	32,5	36,0	48,6	36,7	38,5	6,07	1,30
	1,00	48,6	74,3	71,5	73,4	67,0	10,64	1,49
	1,50	84,9	100,4	86,9	97,8	92,5	6,70	1,62
1,5	0,50	54,2	35,1	33,3	36,7	39,8	8,39	1,26
	1,00	79,3	79,1	84,2	80,3	80,7	2,06	1,24
	1,50	90,6	90,2	103,3	95,6	94,9	5,28	1,58
1,0	0,50	39,3	56,3	52,6	43,9	48,0	6,76	1,04
	1,00	75,1	79,6	72,9	76,7	76,1	2,44	1,31
	1,50	113,7	98,6	95,1	99,8	101,8	7,08	1,47
0,5	0,50	54,6	50,6	50,5	52,3	52,0	1,66	0,96
	1,00	67,6	67,6	68,4	67,7	67,8	0,33	1,47
	1,50	118,9	116,4	111,6	115,6	115,6	2,62	1,30
0,0	0,50	42,2	46,2	71,3	39,4	49,8	12,66	1,00
	1,00	64,6	65,2	71,3	66,3	66,9	2,64	1,50
	1,50	97,9	88,3	100,5	98,1	96,2	4,67	1,56

Tabela II.0.8 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N3-P9

Altura - d (m)	Distância - L (m)	Leituras (μ s)				Média (μ s)	Desvio Padrão	VAP (km/s)
		L1	L2	L3	L4			
2,0	0,50	47,1	48,2	40,4	46,5	45,6	3,04	1,10
	1,00	71,7	63,6	65,6	64,3	66,3	3,20	1,51
	1,50	102,7	103,1	104,5	103,4	103,4	0,67	1,45
1,5	0,50	38,4	33,8	46,1	36,7	38,8	4,55	1,29
	1,00	79,0	67,4	66,9	67,8	70,3	5,05	1,42
	1,50	84,8	85,5	85,6	84,9	85,2	0,35	1,76
1,0	0,50	55,1	47,2	51,9	52,3	51,6	2,84	0,97
	1,00	60,6	73,1	71,8	70,4	69,0	4,93	1,45
	1,50	106,8	105,1	105,1	105,2	105,6	0,72	1,42
0,5	0,50	32,8	33,1	32,9	33,0	33,0	0,11	1,52
	1,00	71,9	72,6	72,7	72,5	72,4	0,31	1,38
	1,50	135,0	124,7	123,2	126,6	127,4	4,56	1,18
0,0	0,50	50,3	56,5	53,7	56,5	54,3	2,55	0,92
	1,00	77,7	73,0	75,9	76,7	75,8	1,75	1,32
	1,50	113,0	101,7	116,9	110,1	110,4	5,59	1,36

Tabela II.0.9 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N3-P11

Altura - d (m)	Distância - L (m)	Leituras (μs)				Média (μs)	Desvio Padrão	VAP (km/s)
		L1	L2	L3	L4			
2,0	0,50	52,7	36,3	37,0	43,4	42,4	6,59	1,18
	1,00	76,2	77,7	77,5	76,1	76,9	0,73	1,30
	1,50	100,3	84,7	84,4	85,7	88,8	6,67	1,69
1,5	0,50	41,0	39,2	40,8	41,0	40,5	0,75	1,23
	1,00	74,8	66,2	66,1	71,2	69,6	3,65	1,44
	1,50	96,3	96,3	82,1	90,4	91,3	5,82	1,64
1,0	0,50	48,8	57,7	53,9	56,1	54,1	3,36	0,92
	1,00	67,2	67,8	69,4	68,2	68,2	0,80	1,47
	1,50	102,3	100,9	101,5	100,8	101,4	0,60	1,48
0,5	0,50	29,9	32,5	32,4	30,1	31,2	1,23	1,60
	1,00	77,9	76,8	77,6	78,1	77,6	0,49	1,29
	1,50	102,6	100,6	100,4	101,5	101,3	0,87	1,48
0,0	0,50	37,8	31,7	30,6	19,3	29,9	6,68	1,68
	1,00	74,2	45,1	75,1	70,1	66,1	12,28	1,51
	1,50	93,9	97,3	97,3	96,8	96,3	1,41	1,56

Tabela II.0.10 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N3-P12

Altura - d (m)	Distância - L (m)	Leituras (μs)				Média (μs)	Desvio Padrão	VAP (km/s)
		L1	L2	L3	L4			
2,0	0,50	40,7	58,5	50,5	52,2	50,5	6,38	0,99
	1,00	67,1	64,1	74,9	70,1	69,1	3,99	1,45
	1,50	171,7	142,7	221,9	163,9	175,1	29,06	1,43
1,5	0,50	49,6	41,0	40,3	48,1	44,8	4,14	1,12
	1,00	75,6	75,0	63,3	74,3	72,1	5,07	1,39
	1,50	131,5	119,8	117,5	120,1	122,2	5,45	2,05
1,0	0,50	11,6	11,9	6,3	10,7	10,1	2,25	4,94
	1,00	68,2	75,9	75,9	73,8	73,5	3,15	1,36
	1,50	167,4	221,6	153,9	179,9	180,7	25,34	1,38
0,5	0,50	53,8	56,9	63,1	60,1	58,5	3,48	0,86
	1,00	71,8	64,6	70,4	66,9	68,4	2,84	1,46
	1,50	158,0	141,4	93,9	150,1	135,9	24,92	1,84
0,0	0,50	13,1	11,1	14,1	35,1	18,4	9,73	2,72
	1,00	153,6	237,6	118,5	142,1	163,0	44,92	0,61
	1,50	279,0	280,6	292,8	281,7	283,5	5,44	0,88

Tabela II.0.11 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N6-P1

Altura - d (m)	Distância - L (m)	Leituras (μs)				Média (μs)	Desvio Padrão	VAP (km/s)
		L1	L2	L3	L4			
2,0	0,50	14,2	14,7	14,1	13,7	14,2	0,36	3,53
	1,00	51,4	53,1	52,1	52,1	52,2	0,61	1,92
	1,50	103,5	103,7	103,7	103,4	103,6	0,13	1,45
1,5	0,50	26,1	33,0	32,9	31,3	30,8	2,81	1,62
	1,00	67,9	51,7	52,3	51,5	55,9	6,96	1,79
	1,50	99,7	100,2	99,4	101,6	100,2	0,84	1,50
1,0	0,50	15,9	15,4	15,5	15,3	15,5	0,23	3,22
	1,00	63,0	63,4	54,7	54,4	58,9	4,33	1,70
	1,50	72,5	85,5	72,5	72,4	75,7	5,64	1,98
0,5	0,50	17,4	17,1	17,5	17,3	17,3	0,15	2,89
	1,00	49,9	49,6	49,5	50,3	49,8	0,31	2,01
	1,50	77,0	88,9	76,4	76,6	79,7	5,30	1,88
0,0	0,50	18,0	17,7	17,5	18,6	18,0	0,42	2,79
	1,00	87,5	87,5	86,3	77,6	84,7	4,14	1,18
	1,50	130,4	130,9	128,9	128,2	129,6	1,09	1,16

Tabela II.0.12 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N6-P2

Altura - d (m)	Distância - L (m)	Leituras (μs)				Média (μs)	Desvio Padrão	VAP (km/s)
		L1	L2	L3	L4			
2,0	0,50	20,4	20,2	20,8	23,5	21,2	1,33	2,36
	1,00	50,1	53,0	54,3	54,1	52,9	1,68	1,89
	1,50	69,2	69,3	69,1	69,0	69,2	0,11	2,17
1,5	0,50	11,3	14,1	22,8	23,1	17,8	5,22	2,81
	1,00	46,7	46,5	46,5	46,5	46,6	0,09	2,15
	1,50	66,5	66,2	66,5	66,1	66,3	0,18	2,26
1,0	0,50	29,1	22,0	22,3	24,1	24,4	2,84	2,05
	1,00	62,4	62,2	62,4	63,4	62,6	0,47	1,60
	1,50	87,9	98,3	97,9	97,7	95,5	4,36	1,57
0,5	0,50	14,5	14,4	14,4	14,4	14,4	0,04	3,47
	1,00	59,9	59,8	60,5	61,3	60,4	0,60	1,66
	1,50	62,0	62,2	61,7	61,9	62,0	0,18	2,42
0,0	0,50	16,8	16,4	16,6	16,5	16,6	0,15	3,02
	1,00	43,9	44,4	44,3	44,4	44,3	0,21	2,26
	1,50	71,6	71,5	71,3	60,9	68,8	4,58	2,18

Tabela II.0.13 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N6-P4

Altura - d (m)	Distância - L (m)	Leituras (μ s)				Média (μ s)	Desvio Padrão	VAP (km/s)
		L1	L2	L3	L4			
2,0	0,50	15,2	12,8	13,1	14,8	14,0	1,04	3,58
	1,00	41,7	41,5	41,5	41,1	41,5	0,22	2,41
	1,50	56,8	56,6	56,6	56,6	56,7	0,09	2,65
1,5	0,50	26,3	26,3	26,5	26,0	26,3	0,18	1,90
	1,00	41,9	41,9	42,2	42,2	42,1	0,15	2,38
	1,50	72,8	55,3	72,7	56,1	64,2	8,53	2,34
1,0	0,50	25,3	25,8	25,2	25,3	25,4	0,23	1,97
	1,00	39,2	38,6	38,2	38,4	38,6	0,37	2,59
	1,50	57,0	57,0	57,2	57,5	57,2	0,20	2,62
0,5	0,50	25,2	27,6	24,8	26,6	26,1	1,12	1,92
	1,00	41,4	41,5	41,6	41,4	41,5	0,08	2,41
	1,50	69,7	54,8	69,9	70,0	66,1	6,52	2,27
0,0	0,50	26,9	26,4	25,1	24,6	25,8	0,93	1,94
	1,00	39,5	39,5	39,3	39,3	39,4	0,10	2,54
	1,50	45,2	54,3	53,8	53,3	51,7	3,74	2,90

Tabela II.0.14 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N6-P5

Altura - d (m)	Distância - L (m)	Leituras (μ s)				Média (μ s)	Desvio Padrão	VAP (km/s)
		L1	L2	L3	L4			
2,0	0,50	29,8	27,1	25,9	25,6	27,1	1,66	1,85
	1,00	46,2	46,1	45,7	44,9	45,7	0,51	2,19
	1,50	52,8	52,8	52,5	52,4	52,6	0,18	2,85
1,5	0,50	18,9	25,3	26,6	26,9	24,4	3,25	2,05
	1,00	38,4	38,9	48,2	47,9	43,4	4,70	2,31
	1,50	51,4	51,4	51,2	51,2	51,3	0,10	2,92
1,0	0,50	18,2	24,9	25,1	25,3	23,4	2,99	2,14
	1,00	40,5	48,0	39,8	46,7	43,8	3,64	2,29
	1,50	61,5	61,7	62,3	62,2	61,9	0,33	2,42
0,5	0,50	17,6	17,5	17,4	17,2	17,4	0,15	2,87
	1,00	39,3	39,3	39,9	39,3	39,5	0,26	2,53
	1,50	52,6	52,5	52,1	51,5	52,2	0,43	2,87
0,0	0,50	12,6	12,4	12,3	12,0	12,3	0,22	4,06
	1,00	41,9	42,3	42,3	42,1	42,2	0,17	2,37
	1,50	60,9	60,7	60,7	59,9	60,6	0,38	2,48

Tabela II.0.15 – Resultados do ensaio de ultrassons no elemento N6-P7

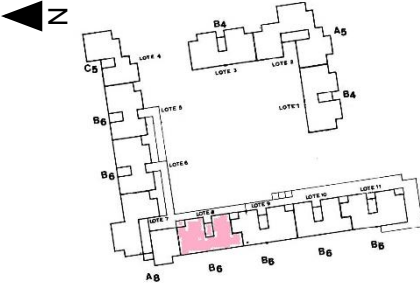
Altura - d (m)	Distância - L (m)	Leituras (μ s)				Média (μ s)	Desvio Padrão	VAP (km/s)
		L1	L2	L3	L4			
2,0	0,50	27,0	23,8	22,7	22,1	23,9	1,89	2,09
	1,00	46,0	46,4	46,0	46,2	46,2	0,17	2,17
	1,50	62,9	62,9	62,9	62,4	62,8	0,22	2,39
1,5	0,50	27,0	28,0	21,3	19,2	23,9	3,72	2,09
	1,00	40,6	41,1	47,6	61,5	47,7	8,43	2,10
	1,50	58,1	58,2	58,7	58,9	58,5	0,33	2,57
1,0	0,50	24,5	23,2	26,1	24,7	24,6	1,03	2,03
	1,00	42,8	43,5	52,5	50,5	47,3	4,24	2,11
	1,50	57,5	57,7	58,0	57,8	57,8	0,18	2,60
0,5	0,50	20,4	20,3	22,8	17,5	20,3	1,88	2,47
	1,00	43,7	44,3	44,0	44,0	44,0	0,21	2,27
	1,50	60,0	50,1	50,2	60,0	55,1	4,93	2,72
0,0	0,50	14,1	13,5	13,9	13,6	13,8	0,24	3,63
	1,00	39,9	40,9	40,4	40,2	40,4	0,36	2,48
	1,50	57,3	57,5	57,3	57,4	57,4	0,08	2,61

Anexo III

Fichas de inspeção e anomalia

Tabela III.0.1 – Ficha de inspeção do Lote 8, núcleo

Ficha de Inspeção	FI-1	Data da Inspeção	18/01/2017
Responsável da inspeção	Margarida Cassiano		
Objetivo da inspeção	Inspeção para dissertação de mestrado		

1. Edifício (Ano de Construção - Entre 1975 a 1984)	
1.1 Localização – Rua do Moinho	
1.2 Lote – 8	
1.3 Caracterização Construtiva – Edifício porticado de betão armado	
1.4 Área de implantação – 180 m ²	
1.5 Nº de frações no edifício – 8 frações	
1.6 Nº de pisos acima do solo – 5 pisos	
1.7 Área da “fachada principal” – 280 m ²	
1.8 Observações -	

2. Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Privada”	
2.1 Nº de pisos	5
2.2 Número de frações por piso divisões	2
2.3 Área bruta da fração (m ²)	
2.4 Caracterização Construtiva	
2.4.1 Tipologia das paredes interiores	Alvenaria de tijolo simples
2.4.2 Revestimento das paredes	Reboco
2.4.3 Revestimento do pavimento	
2.4.4 Tipo de caixilharia das janelas	Alumínio
2.5 Anomalias	Ficha de Anomalia

3. Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Comum” (ZC)				
3.1 Exterior – Cobertura				
3.1.1 Estrutura de suporte	Laje aligeirada de betão armado			
3.1.2 Tipo de revestimento da cobertura inclinada				
3.1.3 Tipo de revestimento da cobertura plana				
3.1.4 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.2 Exterior – Fachada				
3.2.1 Tipo de fundação	Sapatas de betão armado			
3.2.2 Elementos verticais de suporte	Pilares de betão armado			
3.2.3 Tipo de laje	Laje aligeirada de betão armado com vigas			
3.2.4 Tipologia das paredes exteriores	Alvenaria de tijolo com dois panos			
3.2.5 Revestimento da fachada	Reboco			
3.2.6 Anomalias	Ficha de Anomalia	FA-ZC-1.1		
3.3 Interior – Entrada				
3.3.1 Revestimento das paredes	Reboco			
3.3.2 Revestimento do pavimento	Sem revestimento			
3.3.3 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.4 Interior – Escadas				
3.4.1 Estrutura de suporte	Betão armado			
3.4.2 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.5 Interior – Elevadores				
3.5.1 Anomalias	Ficha de Anomalia			

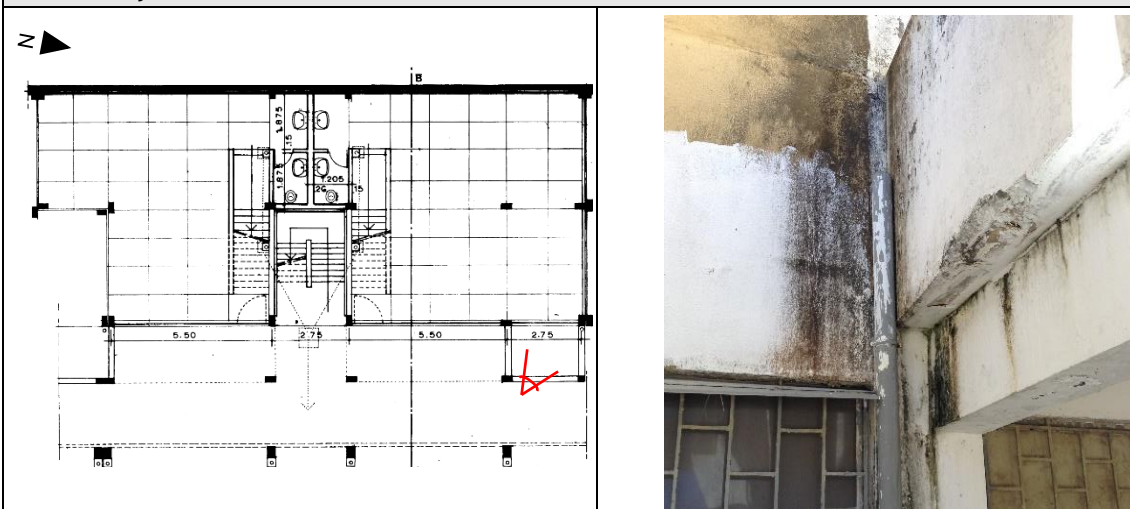
Tabela III.0.2 – Ficha de anomalia FA-ZC-1.1

Ficha de Anomalia	FA-ZC-1.1	Ficha de Inspeção	FI-1	Data da Inspeção	18/01/2017
Responsável da inspeção	Margarida Cassiano				
Objetivo da inspeção	Inspeção para dissertação de mestrado				

1. Identificação da anomalia - Pavimento / Parede

Humidade de precipitação na parede exterior

2. Identificação da anomalia



3. Descrição da anomalia

Humidade de precipitação na parede exterior do edifício, devido à má condução das águas pluviais. Infiltração de água.

4. Causas prováveis

Infiltração para de água devido ao rompimento do tubo de condução das águas pluviais.

5. Consequências possíveis

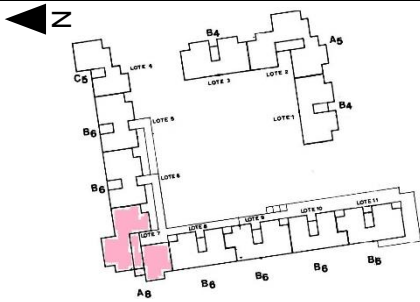
Condensação e manchas de humidade no exterior e no interior do edifício.

5. Nível de urgência na intervenção da anomalia

1	2	3	4
---	---	---	---

Tabela III.0.3 – Ficha de inspeção do Lote 7, núcleo 1

Ficha de Inspeção	FI-2	Data da Inspeção	18/01/2017
Responsável da inspeção	Margarida Cassiano		
Objetivo da inspeção	Inspeção para dissertação de mestrado		

1. Edifício (Ano de Construção - Entre 1975 a 1984)	
1.1 Localização – Rua do Moinho	
1.2 Lote - 7	
1.3 Caracterização Construtiva - Edifício porticado de betão armado	
1.4 Área de implantação - 240 m ²	
1.5 Nº de frações no edifício - 21 frações	
1.6 Nº de pisos acima do solo - 7 pisos	
1.7 Área da “fachada principal” – 420 m ²	
1.8 Observações -	

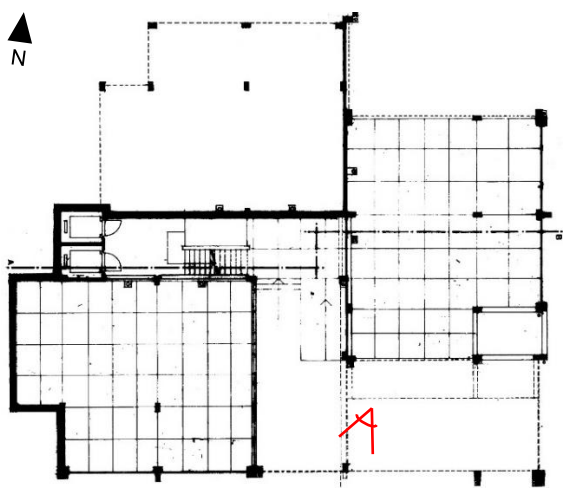

2. Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Privada”		
2.1 Nº de pisos	8	
2.2 Número de frações por piso divisões	3	
2.3 Área bruta da fração (m ²)		
2.4 Caracterização Construtiva		
2.4.1 Tipologia das paredes interiores	Alvenaria de tijolo simples	
2.4.2 Revestimento das paredes	Reboco	
2.4.3 Revestimento do pavimento		
2.4.4 Tipo de caixilharia das janelas	Alumínio	
2.5 Anomalias	Ficha de Anomalia	

3. Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Comum” (ZC)				
3.1 Exterior – Cobertura				
3.1.1 Estrutura de suporte	Laje aligeirada de betão armado			
3.1.2 Tipo de revestimento da cobertura inclinada				
3.1.3 Tipo de revestimento da cobertura plana				
3.1.4 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.2 Exterior – Fachada				
3.2.1 Tipo de fundação	Sapatas de betão armado			
3.2.2 Elementos verticais de suporte	Pilares de betão armado			
3.2.3 Tipo de laje	Laje aligeirada de betão armado com vigas			
3.2.4 Tipologia das paredes exteriores	Alvenaria de tijolo com dois panos			
3.2.5 Revestimento da fachada	Reboco			
3.2.6 Anomalias	Ficha de Anomalia	FA-ZC-2.1	FA-ZC-2.2	
3.3 Interior – Entrada				
3.3.1 Revestimento das paredes	Reboco			
3.3.2 Revestimento do pavimento	Sem revestimento			
3.3.3 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.4 Interior – Escadas				
3.4.1 Estrutura de suporte	Betão armado			
3.4.2 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.5 Interior – Elevadores				
3.5.1 Anomalias	Ficha de Anomalia			

Tabela III.0.4 – Ficha de anomalia FA-ZC-2.1

Ficha de Anomalia	FA-ZC-2.1	Ficha de Inspeção	FI-2	Data da Inspeção	18/01/2017
Responsável da inspeção	Margarida Cassiano				
Objetivo da inspeção	Inspeção para dissertação de mestrado				

1. Identificação da anomalia - Pavimento / Parede	
Destacamento do recobrimento	

2. Identificação da anomalia	
	

3. Descrição da anomalia
Destacamento do recobrimento

4. Causas prováveis
Corrosão das armaduras e presença de água no pilar.

5. Consequências possíveis
Destacamento contínuo do recobrimento do pilar, e exposição das armaduras.

5. Nível de urgência na intervenção da anomalia			
1	2	3	4

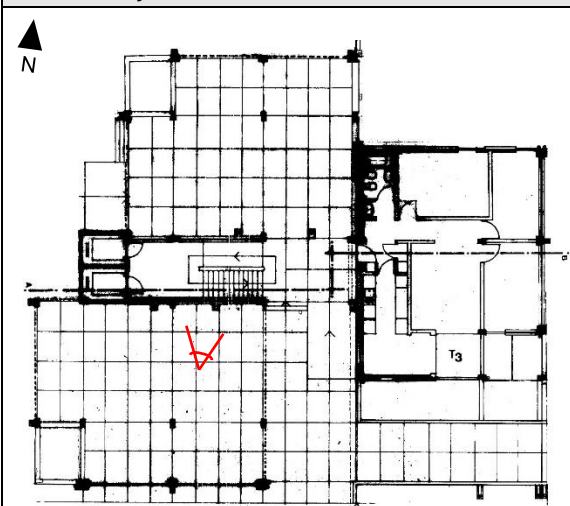
Tabela III.0.5 – Ficha de anomalia FA-ZC-2.2

Ficha de Anomalia	FA-ZC-2.2	Ficha de Inspeção	FI-2	Data da Inspeção	25/01/2017
Responsável da inspeção	Margarida Cassiano				
Objetivo da inspeção	Inspeção para dissertação de mestrado				

1. Identificação da anomalia - Pavimento / Parede

Destacamento do acabamento de pintura

2. Identificação da anomalia



3. Descrição da anomalia

Destacamento do acabamento de pintura na parede.

4. Causas prováveis

Presença de água.

5. Consequências possíveis

Parede exposta às intempéries e possível destacamento do reboco.

5. Nível de urgência na intervenção da anomalia

1	2	3	4
---	---	---	---

Tabela III.0.6 – Ficha de inspeção do Lote 3, núcleo 1

Ficha de Inspeção	FI-3	Data da Inspeção	18/01/2017
Responsável da inspeção	Margarida Cassiano		
Objetivo da inspeção	Inspeção para dissertação de mestrado		

1. Edifício (Ano de Construção - Entre 1975 a 1984)	
1.1 Localização – Rua da Maçaroca	
1.2 Lote – 3	
1.3 Caracterização Construtiva - Edifício porticado de betão armado	
1.4 Área de implantação - 180 m ²	
1.5 N° de frações no edifício - 8 frações	
1.6 N° de pisos acima do solo - 4 pisos	
1.7 Área da “fachada principal” – 225 m ²	
1.8 Observações -	

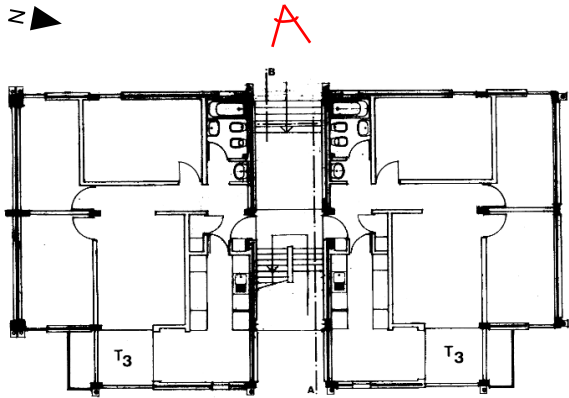

2. Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Privada”		
2.1 N° de pisos	4	
2.2 Número de frações por piso divisões	2	
2.3 Área bruta da fração (m²)		
2.4 Caracterização Construtiva		
2.4.1 Tipologia das paredes interiores	Alvenaria de tijolo simples	
2.4.2 Revestimento das paredes	Reboco	
2.4.3 Revestimento do pavimento		
2.4.4 Tipo de caixilharia das janelas	Alumínio	
2.5 Anomalias	Ficha de Anomalia	

3. Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Comum” (ZC)				
3.1 Exterior – Cobertura				
3.1.1 Estrutura de suporte	Laje aligeirada de betão armado			
3.1.2 Tipo de revestimento da cobertura inclinada				
3.1.3 Tipo de revestimento da cobertura plana				
3.1.4 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.2 Exterior – Fachada				
3.2.1 Tipo de fundação	Sapatas de betão armado			
3.2.2 Elementos verticais de suporte	Pilares de betão armado			
3.2.3 Tipo de laje	Laje aligeirada de betão armado com vigas			
3.2.4 Tipologia das paredes exteriores	Alvenaria de tijolo com dois panos			
3.2.5 Revestimento da fachada	Reboco			
3.2.6 Anomalias	Ficha de Anomalia	FA-ZC-3.1		
3.3 Interior – Entrada				
3.3.1 Revestimento das paredes	Reboco			
3.3.2 Revestimento do pavimento	Sem revestimento			
3.3.3 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.4 Interior – Escadas				
3.4.1 Estrutura de suporte	Betão armado			
3.4.2 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.5 Interior – Elevadores				
3.5.1 Anomalias	Ficha de Anomalia			

Tabela III.0.7 – Ficha de anomalia FA-ZC-3.1

Ficha de Anomalia	FA-ZC-3.1	Ficha de Inspeção	FI-3	Data da Inspeção	18/01/2017
Responsável da inspeção	Margarida Cassiano				
Objetivo da inspeção	Inspeção para dissertação de mestrado				

1. Identificação da anomalia - Pavimento / Parede
Destacamento de betão

2. Identificação da anomalia
 

3. Descrição da anomalia
Destacamento do betão na ligação entre o espelho e o banzo da escada, e aparecimento de armaduras

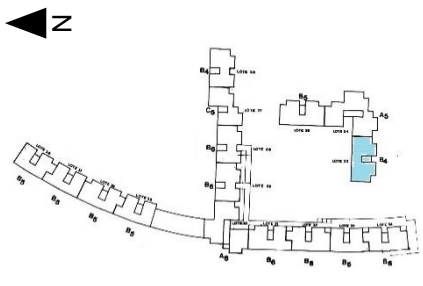
4. Causas prováveis
Recobrimento inferior ao recomendável. Falta de revestimento de pavimento.

5. Consequências possíveis
Corrosão das armaduras, e contínuo destacamento do betão

5. Nível de urgência na intervenção da anomalia			
1	2	3	4

Tabela III.0.8 – Ficha de inspeção do Lote 23, núcleo 3

Ficha de Inspeção	FI-4	Data da Inspeção	18/01/2017
Responsável da inspeção	Margarida Cassiano		
Objetivo da inspeção	Inspeção para dissertação de mestrado		

1. Edifício (Ano de Construção - Entre 1975 a 1984)	
1.1 Localização – Rua da Maçaroca	
1.2 Lote - 23	
1.3 Caracterização Construtiva - Edifício porticado de betão armado	
1.4 Área de implantação - 180 m ²	
1.5 N° de frações no edifício - 8 frações	
1.6 N° de pisos acima do solo – 4 pisos	
1.7 Área da “fachada principal” – 225 m ²	
1.8 Observações -	

2. Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Privada”		
2.1 N° de pisos	4	
2.2 Número de frações por piso divisões	2	
2.3 Área bruta da fração (m²)		
2.4 Caracterização Construtiva		
2.4.1 Tipologia das paredes interiores	Alvenaria de tijolo simples	
2.4.2 Revestimento das paredes	Reboco	
2.4.3 Revestimento do pavimento		
2.4.4 Tipo de caixilharia das janelas	Alumínio	
2.5 Anomalias	Ficha de Anomalia	

3. Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Comum” (ZC)				
3.1 Exterior – Cobertura				
3.1.1 Estrutura de suporte	Laje aligeirada de betão armado			
3.1.2 Tipo de revestimento da cobertura inclinada				
3.1.3 Tipo de revestimento da cobertura plana				
3.1.4 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.2 Exterior – Fachada				
3.2.1 Tipo de fundação	Sapatas de betão armado			
3.2.2 Elementos verticais de suporte	Pilares de betão armado			
3.2.3 Tipo de laje	Laje aligeirada de betão armado com vigas			
3.2.4 Tipologia das paredes exteriores	Alvenaria de tijolo com dois panos			
3.2.5 Revestimento da fachada	Reboco			
3.2.6 Anomalias	Ficha de Anomalia	FA-ZC-4.1		
3.3 Interior – Entrada				
3.3.1 Revestimento das paredes	Reboco			
3.3.2 Revestimento do pavimento	Sem revestimento			
3.3.3 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.4 Interior – Escadas				
3.4.1 Estrutura de suporte	Betão armado			
3.4.2 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.5 Interior – Elevadores				
3.5.1 Anomalias	Ficha de Anomalia			

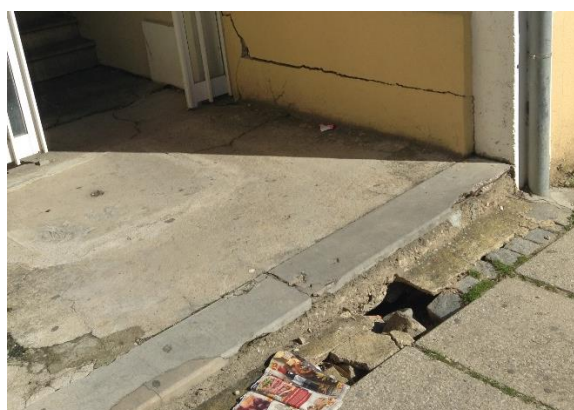
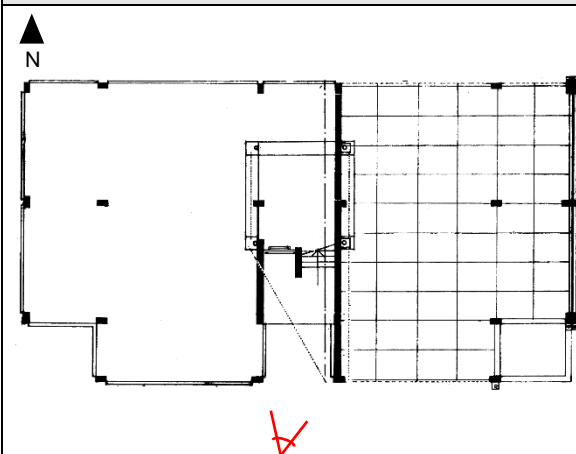
Tabela III.0.9 – Ficha de anomalia FA-ZC-4.1

Ficha de Anomalia	FA-ZC-4.1	Ficha de Inspeção	FI-4	Data da Inspeção	8/02/2017
Responsável da inspeção	Margarida Cassiano				
Objetivo da inspeção	Inspeção para dissertação de mestrado				

1. Identificação da anomalia - Pavimento / Parede

Fracturação do piso

2. Identificação da anomalia



3. Descrição da anomalia

Fracturação do piso, com abertura para o interior das fundações

4. Causas prováveis

Falta de manutenção dos materiais

5. Consequências possíveis

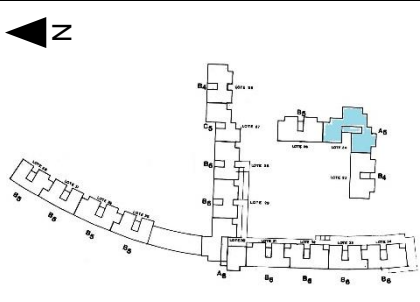
Acumulação de água, lixo e folhas para o interior das fundações

5. Nível de urgência na intervenção da anomalia

1	2	3	4
---	---	---	---

Tabela III.0.10 – Ficha de inspeção do Lote 24, núcleo 3

Ficha de Inspeção	FI-5	Data da Inspeção	18/01/2017
Responsável da inspeção	Margarida Cassiano		
Objetivo da inspeção	Inspeção para dissertação de mestrado		

1. Edifício (Ano de Construção - Entre 1975 a 1984)	
1.1 Localização – Rua da Maçaroca	
1.2 Lote – 24	
1.3 Caracterização Construtiva – Edifício porticado de betão armado	
1.4 Área de implantação – 270 m ²	
1.5 N° de frações no edifício – 13 frações	
1.6 N° de pisos acima do solo – 5 pisos	
1.7 Área da “fachada principal” – 260 m ²	
1.8 Observações -	

2. Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Privada”		
2.1 N° de pisos	5	
2.2 Número de frações por piso divisões	3	
2.3 Área bruta da fração (m²)		
2.4 Caracterização Construtiva		
2.4.1 Tipologia das paredes interiores	Alvenaria de tijolo simples	
2.4.2 Revestimento das paredes	Reboco	
2.4.3 Revestimento do pavimento		
2.4.4 Tipo de caixilharia das janelas	Alumínio	
2.5 Anomalias	Ficha de Anomalia	

3. Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Comum” (ZC)				
3.1 Exterior – Cobertura				
3.1.1 Estrutura de suporte	Laje aligeirada de betão armado			
3.1.2 Tipo de revestimento da cobertura inclinada				
3.1.3 Tipo de revestimento da cobertura plana				
3.1.4 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.2 Exterior – Fachada				
3.2.1 Tipo de fundação	Sapatas de betão armado			
3.2.2 Elementos verticais de suporte	Pilares de betão armado			
3.2.3 Tipo de laje	Laje aligeirada de betão armado com vigas			
3.2.4 Tipologia das paredes exteriores	Alvenaria de tijolo com dois panos			
3.2.5 Revestimento da fachada	Reboco			
3.2.6 Anomalias	Ficha de Anomalia	FA-ZC-5.1		
3.3 Interior – Entrada				
3.3.1 Revestimento das paredes	Reboco			
3.3.2 Revestimento do pavimento	Sem revestimento			
3.3.3 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.4 Interior – Escadas				
3.4.1 Estrutura de suporte	Betão armado			
3.4.2 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.5 Interior – Elevadores				
3.5.1 Anomalias	Ficha de Anomalia			

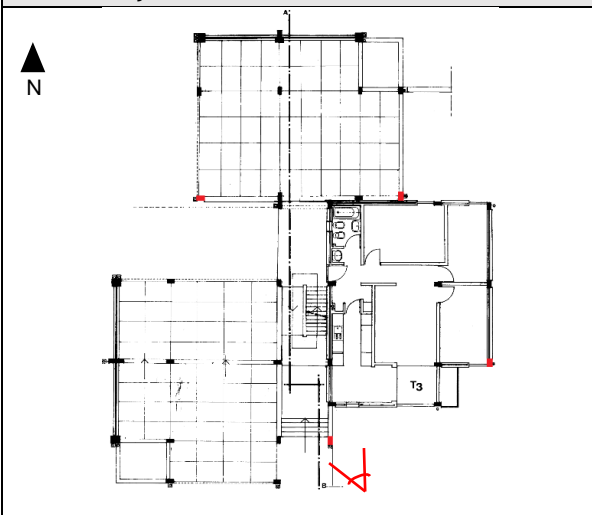
Tabela III.0.11 – Ficha de anomalia FA-ZC-5.1

Ficha de Anomalia	FA-ZC-5.1	Ficha de Inspeção	FI-5	Data da Inspeção	8/02/2017
Responsável da inspeção	Margarida Cassiano				
Objetivo da inspeção	Inspeção para dissertação de mestrado				

1. Identificação da anomalia - Pavimento / Parede

Degradação do sistema da rede de águas pluviais

2. Identificação da anomalia



3. Descrição da anomalia

Fracturação do tubo de águas pluviais e falta de drenagem

4. Causas prováveis

Erro de projeto

5. Consequências possíveis

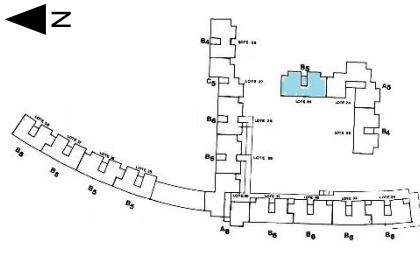
Infiltração da água no pavimento

5. Nível de urgência na intervenção da anomalia

1	2	3	4
---	---	---	---

Tabela III.0.12 – Ficha de inspeção do Lote 25, núcleo 3

Ficha de Inspeção	FI-6	Data da Inspeção	18/01/2017
Responsável da inspeção	Margarida Cassiano		
Objetivo da inspeção	Inspeção para dissertação de mestrado		

1. Edifício (Ano de Construção - Entre 1975 a 1984)	
1.1 Localização – Rua da Maçaroca	
1.2 Lote – 25	
1.3 Caracterização Construtiva – Edifício porticado de betão armado	
1.4 Área de implantação – 180 m ²	
1.5 N° de frações no edifício – 8 frações	
1.6 N° de pisos acima do solo – 5 pisos	
1.7 Área da “fachada principal” – 270 m ²	
1.8 Observações -	

2. Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Privada”		
2.1 N° de pisos	4	
2.2 Número de frações por piso divisões	2	
2.3 Área bruta da fração (m²)		
2.4 Caracterização Construtiva		
2.4.1 Tipologia das paredes interiores	Alvenaria de tijolo simples	
2.4.2 Revestimento das paredes	Reboco	
2.4.3 Revestimento do pavimento		
2.4.4 Tipo de caixilharia das janelas	Alumínio	
2.5 Anomalias	Ficha de Anomalia	

3. Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Comum” (ZC)				
3.1 Exterior – Cobertura				
3.1.1 Estrutura de suporte	Laje aligeirada de betão armado			
3.1.2 Tipo de revestimento da cobertura inclinada				
3.1.3 Tipo de revestimento da cobertura plana				
3.1.4 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.2 Exterior – Fachada				
3.2.1 Tipo de fundação	Sapatas de betão armado			
3.2.2 Elementos verticais de suporte	Pilares de betão armado			
3.2.3 Tipo de laje	Laje aligeirada de betão armado com vigas			
3.2.4 Tipologia das paredes exteriores	Alvenaria de tijolo com dois panos			
3.2.5 Revestimento da fachada	Reboco			
3.2.6 Anomalias	Ficha de Anomalia	FA-ZC-6.1		
3.3 Interior – Entrada				
3.3.1 Revestimento das paredes	Reboco			
3.3.2 Revestimento do pavimento	Sem revestimento			
3.3.3 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.4 Interior – Escadas				
3.4.1 Estrutura de suporte	Betão armado			
3.4.2 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.5 Interior – Elevadores				
3.5.1 Anomalias	Ficha de Anomalia			

Tabela III.0.13 – Ficha de anomalia FA-ZC-6.1

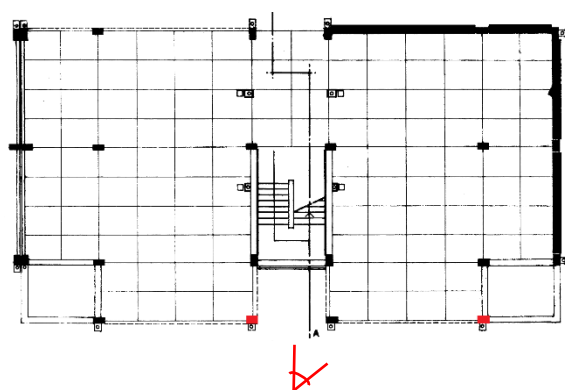
Ficha de Anomalia	FA-ZC-6.1	Ficha de Inspeção	FI-6	Data da Inspeção	18/01/2017
Responsável da inspeção	Margarida Cassiano				
Objetivo da inspeção	Inspeção para dissertação de mestrado				

1. Identificação da anomalia - Pavimento / Parede

Destacamento do recobrimento

2. Identificação da anomalia

z



3. Descrição da anomalia

Destacamento do recobrimento do pilar

4. Causas prováveis

Corrosão das armaduras e presença de água no pilar.

5. Consequências possíveis

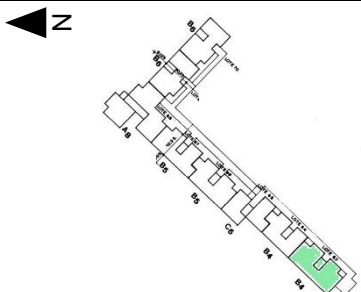
Destacamento contínuo do recobrimento do pilar, e exposição das restantes armaduras

5. Nível de urgência na intervenção da anomalia

1	2	3	4
---	---	---	---

Tabela III.0.14 – Ficha de inspeção do Lote 63, núcleo 6

Ficha de Inspeção	FI-7	Data da Inspeção	18/01/2017
Responsável da inspeção	Margarida Cassiano		
Objetivo da inspeção	Inspeção para dissertação de mestrado		

1. Edifício (Ano de Construção - Entre 1975 a 1984)	
1.1 Localização – Rua do Miradouro de Alfazina	
1.2 Lote – 63	
1.3 Caracterização Construtiva – Edifício porticado de betão armado	
1.4 Área de implantação – 180 m ²	
1.5 N° de frações no edifício – 6 frações	
1.6 N° de pisos acima do solo – 4 pisos	
1.7 Área da “fachada principal” – 225 m ²	
1.8 Observações –	

2. Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Privada”		
2.1 N° de pisos	4	
2.2 Número de frações por piso divisões	2	
2.3 Área bruta da fração (m²)		
2.4 Caracterização Construtiva		
2.4.1 Tipologia das paredes interiores	Alvenaria de tijolo simples	
2.4.2 Revestimento das paredes	Reboco	
2.4.3 Revestimento do pavimento		
2.4.4 Tipo de caixilharia das janelas	Alumínio	
2.5 Anomalias	Ficha de Anomalia	

3. Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Comum” (ZC)				
3.1 Exterior – Cobertura				
3.1.1 Estrutura de suporte	Laje aligeirada de betão armado			
3.1.2 Tipo de revestimento da cobertura inclinada				
3.1.3 Tipo de revestimento da cobertura plana				
3.1.4 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.2 Exterior – Fachada				
3.2.1 Tipo de fundação	Sapatas de betão armado			
3.2.2 Elementos verticais de suporte	Pilares de betão armado			
3.2.3 Tipo de laje	Laje aligeirada de betão armado com vigas			
3.2.4 Tipologia das paredes exteriores	Alvenaria de tijolo com dois panos			
3.2.5 Revestimento da fachada	Reboco			
3.2.6 Anomalias	Ficha de Anomalia	FA-ZC-7.1		
3.3 Interior – Entrada				
3.3.1 Revestimento das paredes	Reboco			
3.3.2 Revestimento do pavimento	Sem revestimento			
3.3.3 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.4 Interior – Escadas				
3.4.1 Estrutura de suporte	Betão armado			
3.4.2 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.5 Interior – Elevadores				
3.5.1 Anomalias	Ficha de Anomalia			

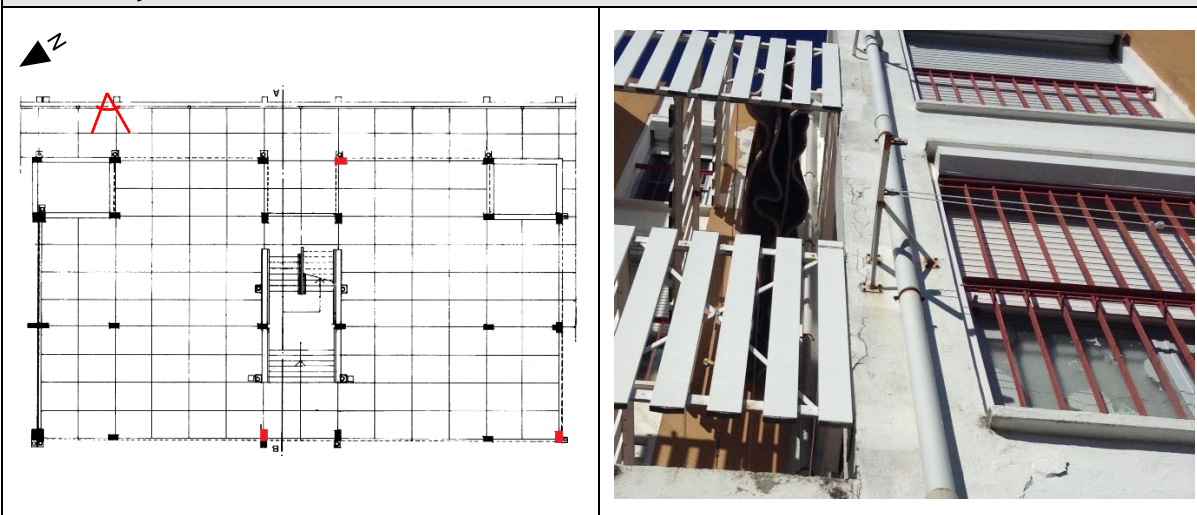
Tabela III.0.15 – Ficha de anomalia FA-ZC-7.1

Ficha de Anomalia	FA-ZC-7.1	Ficha de Inspeção	FI-7	Data da Inspeção	8/02/2017
Responsável da inspeção	Margarida Cassiano				
Objetivo da inspeção	Inspeção para dissertação de mestrado				

1. Identificação da anomalia - Pavimento / Parede

Destacamento do recobrimento

2. Identificação da anomalia



3. Descrição da anomalia

Destacamento do recobrimento do pilar

4. Causas prováveis

Pregagem do sistema de secagem de roupa no pilar

5. Consequências possíveis

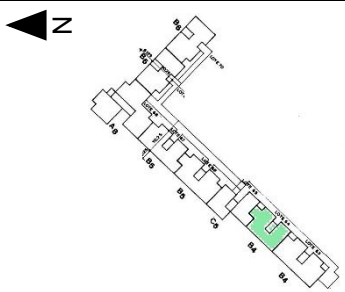
Infiltração das águas e consequente corrosão das armaduras

5. Nível de urgência na intervenção da anomalia

1	2	3	4
---	---	---	---

Tabela III.0.16 – Ficha de inspeção do Lote 64, núcleo 6

Ficha de Inspeção	FI-8	Data da Inspeção	18/01/2017
Responsável da inspeção	Margarida Cassiano		
Objetivo da inspeção	Inspeção para dissertação de mestrado		

1. Edifício (Ano de Construção - Entre 1975 a 1984)	
1.1 Localização – Rua do Miradouro de Alfazina	
1.2 Lote – 64	
1.3 Caracterização Construtiva – Edifício porticado de betão armado	
1.4 Área de implantação – 180 m ²	
1.5 N° de frações no edifício – 6 frações	
1.6 N° de pisos acima do solo – 4 pisos	
1.7 Área da “fachada principal” – 225 m ²	
1.8 Observações –	

2. Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Privada”		
2.1 N° de pisos	4	
2.2 Número de frações por piso divisões	2	
2.3 Área bruta da fração (m²)		
2.4 Caracterização Construtiva		
2.4.1 Tipologia das paredes interiores	Alvenaria de tijolo simples	
2.4.2 Revestimento das paredes	Reboco	
2.4.3 Revestimento do pavimento		
2.4.4 Tipo de caixilharia das janelas	Alumínio	
2.5 Anomalias	Ficha de Anomalia	

3. Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Comum” (ZC)				
3.1 Exterior – Cobertura				
3.1.1 Estrutura de suporte	Laje aligeirada de betão armado			
3.1.2 Tipo de revestimento da cobertura inclinada				
3.1.3 Tipo de revestimento da cobertura plana				
3.1.4 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.2 Exterior – Fachada				
3.2.1 Tipo de fundação	Sapatas de betão armado			
3.2.2 Elementos verticais de suporte	Pilares de betão armado			
3.2.3 Tipo de laje	Laje aligeirada de betão armado com vigas			
3.2.4 Tipologia das paredes exteriores	Alvenaria de tijolo com dois panos			
3.2.5 Revestimento da fachada	Reboco			
3.2.6 Anomalias	Ficha de Anomalia	FA-ZC-8.1		
3.3 Interior – Entrada				
3.3.1 Revestimento das paredes	Reboco			
3.3.2 Revestimento do pavimento	Sem revestimento			
3.3.3 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.4 Interior – Escadas				
3.4.1 Estrutura de suporte	Betão armado			
3.4.2 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.5 Interior – Elevadores				
3.5.1 Anomalias	Ficha de Anomalia			

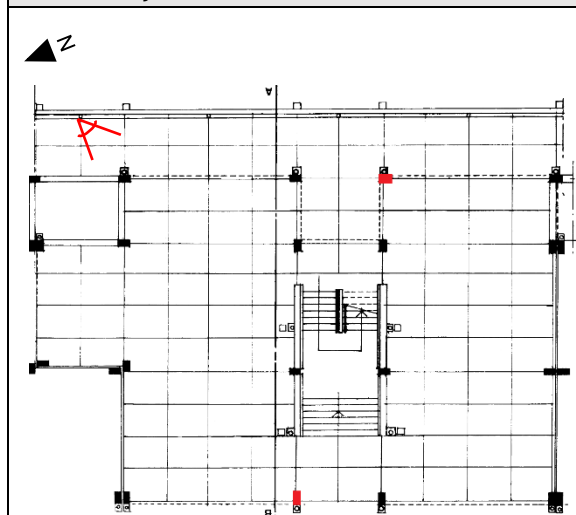
Tabela III.0.17 – Ficha de anomalia FA-ZC-8.1

Ficha de Anomalia	FA-ZC-8.1	Ficha de Inspeção	FI-8	Data da Inspeção	8/02/2017
Responsável da inspeção	Margarida Cassiano				
Objetivo da inspeção	Inspeção para dissertação de mestrado				

1. Identificação da anomalia - Pavimento / Parede

Degradação do sistema da rede de águas pluviais

2. Identificação da anomalia



3. Descrição da anomalia

Degradação do tubo de drenagem de águas pluviais

4. Causas prováveis

Descolamento do elemento de betão à parede

5. Consequências possíveis

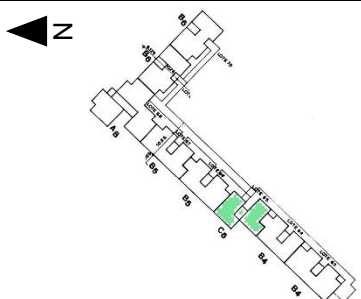
Ausência da drenagem de águas pluviais e consequente infiltração na parede

5. Nível de urgência na intervenção da anomalia

1	2	3	4
---	---	---	---

Tabela III.0.18 – Ficha de inspeção do Lote 65, núcleo 6

Ficha de Inspeção	FI-9	Data da Inspeção	18/01/2017
Responsável da inspeção	Margarida Cassiano		
Objetivo da inspeção	Inspeção para dissertação de mestrado		

1. Edifício (Ano de Construção - Entre 1975 a 1984)	
1.1 Localização – Rua do Miradouro de Alfazina	
1.2 Lote – 65	
1.3 Caracterização Construtiva – Edifício porticado de betão armado	
1.4 Área de implantação – 170 m ²	
1.5 N ^o de frações no edifício – 6 frações	
1.6 N ^o de pisos acima do solo – 4 pisos	
1.7 Área da “fachada principal” – 150 m ²	
1.8 Observações -	

2. Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Privada”		
2.1 N° de pisos	5	
2.2 Número de frações por piso divisões	2	
2.3 Área bruta da fração (m²)		
2.4 Caracterização Construtiva		
2.4.1 Tipologia das paredes interiores	Alvenaria de tijolo simples	
2.4.2 Revestimento das paredes	Reboco	
2.4.3 Revestimento do pavimento		
2.4.4 Tipo de caixilharia das janelas	Alumínio	
2.5 Anomalias	Ficha de Anomalia	

3. Caracterização da zona a inspecionar – “Zona Comum” (ZC)				
3.1 Exterior – Cobertura				
3.1.1 Estrutura de suporte	Laje aligeirada de betão armado			
3.1.2 Tipo de revestimento da cobertura inclinada				
3.1.3 Tipo de revestimento da cobertura plana				
3.1.4 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.2 Exterior – Fachada				
3.2.1 Tipo de fundação	Sapatas de betão armado			
3.2.2 Elementos verticais de suporte	Pilares de betão armado			
3.2.3 Tipo de laje	Laje aligeirada de betão armado com vigas			
3.2.4 Tipologia das paredes exteriores	Alvenaria de tijolo com dois panos			
3.2.5 Revestimento da fachada	Reboco			
3.2.6 Anomalias	Ficha de Anomalia	FA-ZC-9.1		
3.3 Interior – Entrada				
3.3.1 Revestimento das paredes	Reboco			
3.3.2 Revestimento do pavimento	Sem revestimento			
3.3.3 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.4 Interior – Escadas				
3.4.1 Estrutura de suporte	Betão armado			
3.4.2 Anomalias	Ficha de Anomalia			
3.5 Interior – Elevadores				
3.5.1 Anomalias	Ficha de Anomalia			

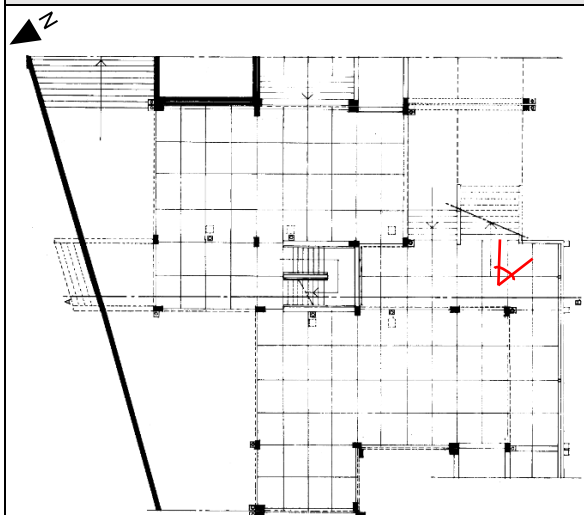
Tabela III.0.19 – Ficha de anomalia FA-ZC-9.1

Ficha de Anomalia	FA-ZC-9.1	Ficha de Inspeção	FI-9	Data da Inspeção	8/02/2017
Responsável da inspeção	Margarida Cassiano				
Objetivo da inspeção	Inspeção para dissertação de mestrado				

1. Identificação da anomalia - Pavimento / Parede

Destacamento do recobrimento

2. Identificação da anomalia



3. Descrição da anomalia

Destacamento do recobrimento do pilar

4. Causas prováveis

Corrosão das armaduras e presença de água no pilar

5. Consequências possíveis

Destacamento contínuo do recobrimento do pilar e, exposição das armaduras

5. Nível de urgência na intervenção da anomalia

1	2	3	4
---	---	---	---

